ERNESTO MACH
Professore emerito della Università di Vienna

ANALISI DELLE SENSAZIONI

TRADUZIONE SULLA TERZA EDIZIONE TEDESCA
DI
ANTONINO VACCARO e CAMILLO CESSI

con 36 figure.

TORINO
FRATELLI BOCCA, EDITORI

MILANO Corso Vitt. Eman., 21 — ROMA Corso, 216-217 — FIRENZE F. Lumachi, Succ.
Dep. Gen. per la Sicilia: O. Fiorenza - Palermo

1903.

PREFAZIONE DEI TRADUTTORI

Dell'importanza e dell'intento di questo lavoro, che abbiamo l'onore di presentare nella traduzione italiana, ci dispensano dal parlare e la fama dell'Autore ed il successo da questo stesso lavoro ottenuto oltr'Alpe per l'una, e, per l'altro, la prefazione che l'illustre Autore volle scrivere espressamente per questa nostra traduzione.

Dobbiamo qui esprimere pubblicamente la nostra riconoscenza all'Autore, che si assunse la penosa ed ingrata fatica della revisione delle bozze, ed agevolò l'opera nostra, dandoci frequenti consigli e schiarimenti là dove le difficoltà del testo tedesco movevano in noi gravi dubbî.

Noi, da parte nostra, abbiamo preferito rimanere ligi al testo, per quanto ci è stato possibile.

Vogliamo sperare che l'augurio, che l'Autore ci fa nel momento di licenziare alla stampa la

nostra traduzione, possa compiersi, sì che, fra breve, in una prossima edizione, possiamo far tesoro anche di tutte quelle osservazioni e di tutti quei consigli, per quanto riguarda la traduzione, che i benevoli studiosi ci vorranno fare.

Siracusa, marzo del 1903.

A. Vaccaro *e* C. Cessi.

PREFAZIONE DELL'AUTORE

ALL'EDIZIONE ITALIANA

Guadagnando sempre più terreno l'idea, che la scienza debba tenersi unicamente alla descrizione chiara ed economica dei fatti positivi, ne consegue logicamente l'eliminazione di tutte le vane ipotesi, che si sottraggono al controllo dell'esperienza, specialmente delle ipotesi metafisiche. Da questo punto di vista, nel campo più esteso abbracciante tanto i fenomeni fisici quanto i psichici, ottiensi come primo e prossimo passo il concetto che le così dette sensazioni formino le parti integranti, gli elementi di tutti i fenomeni possibili e fisici e psichici; di modo che questi consistono esclusivamente nella diversa maniera di combinazione di questi elementi, nella loro reciproca dipendenza. Una grande serie di problemi illusorî viene così annullata. Niuno s'aspetti un sistema filosofico; qui non si considerano che le

conseguenze di questo primo passo, al quale in seguito si potrà aggiungere un numero di altri passi. Quest'idea conduce pure alle ricerche speciali, qui dichiarate.

Non accettando una distinzione essenziale fra il campo fisico e quello psichico, bisogna ammettere la stessa connessione esatta, che si cerca in tutti i fenomeni fisici, anche nella relazione dei fenomeni fisici coi psichici. Si aspetta allora di trovare per tutti i particolari, scoperti analizzando psicologicamente le sensazioni, altrettanti particolari analoghi nel processo fisico nervoso. Io cercai d'esporre questa relazione per quanto mi fu possibile.

Spero che il presente scritto abbia a trovare buona accoglienza anche in Italia e che il difficile e penoso lavoro dei signori VACCARO e CESSI non sia del tutto inutile.

Vienna, nell'ottobre del 1902.

E. MACH.

INDICE

Prefazione dei traduttori . . . . . . *Pag.* VII
Prefazione dell'Autore . . . . » IX

Cap. I. Preliminari antimetafisici . . . . . . » 1
» II. Sui pregiudizi . . . . » 47
» III. I miei rapporti con R. Avenarius . . » 57
» IV. I punti di vista fondamentali nelle ricerche sui sensi . . . . » 71
» V. Fisica e biologia. Causalità e teleologia » 103
» VI. Le sensazioni spaziali della vista . . » 123
» VII. Ulteriori ricerche sulla sensazione dello spazio . . . . » 149
» VIII. Il volere . . . . » 195
» IX. Osservazioni biologico-teleologiche sullo spazio . . . . » 207
» X. Relazioni delle sensazioni visive fra loro e con gli altri elementi psichici . » 225
» XI. Sensazione, memoria ed associazione . » 273
» XII. La sensazione di tempo . . . . . . » 287
» XIII. Le sensazioni di suono . . . . » 303
» XIV. Influsso delle precedenti ricerche sui concetti della fisica . . . . » 357
» XV. Sull'adozione delle idee esposte in questo libro . . . . » 409

Indice delle materie per ordine alfabetico » 425
Indice dei nomi . . . . » 435

CAPITOLO I.

PRELIMINARI ANTIMETAFISICI

§ 1.

I grandi progressi, fatti ne' secoli scorsi dalla fisica ed importanti non solo pel campo speciale della fisica stessa, ma anche per l'aiuto apportato alle altre scienze, richieggono che ormai ovunque si conceda il primo posto ai criterî ed ai metodi fisici e che la maggiore aspettativa ci ripromettiamo dalla loro applicazione. E, corrispondentemente a tali progressi, anche la fisiologia dei sensi, abbandonando a poco a poco i metodi, pur seguìti da personaggi eminenti quali Goethe, Schopenhauer, ecc., e con grande successo seguìti da Giovanni Müller, di studiare le sensazioni in sè stesse, ha assunto un carattere eminentemente fisico. Però tale trasformazione non la si può considerare del tutto corrispondente allo scopo quando per poco si pensi che la fisica stessa, non ostante il suo considerevole sviluppo, è ancora parte

di una scienza più ampia e generale, e non può esaurire tale materia con i suoi mezzi intellettuali particolari, creati o trovati per conseguire scopi speciali. Pertanto, pur senza rinunciare all'aiuto della fisica, la fisiologia dei sensi può non solo seguire un suo particolare sviluppo, ma recare altresì aiuto, e non lieve, alla fisica stessa.

La nostra trattazione mira appunto a mettere in luce in modo semplice e chiaro questa relazione.

§ 2.

Colori, suoni, calore, pressioni, spazio, tempo, ecc., sono fra loro in varie guise aggruppati e con loro sono connesse disposizioni, sentimenti, volontà. Da tale connessione risulta il *quid* relativamente persistente e permanente, che s'imprime nella memoria e si manifesta con la parola. Come relativamente più persistenti anzitutto, e nel tempo e nello spazio, ci si presentano i complessi di colori, suoni, pressioni, ecc., che per ciò portano nomi diversi e sono distinti come corpi. Ma in niun modo tali complessi sono assolutamente persistenti. Ad esempio: il mio tavolino può essere or più, or meno illuminato, or più, or meno riscaldato; può essere macchiato d'inchiostro; può mancare d'un piede; ebbene, può essere raccomodato, ripulito, a parte a parte rifatto, ma esso rimane per me sempre il mio tavolino sul quale

tuttodì io scrivo. Ancora: un mio amico può indossare un vestito nuovo; il suo viso può essere serio od ilare; i colori del suo volto possono mutare secondo la luce e le passioni; il suo aspetto può essere alterato per movimento subitaneo od essere tale permanentemente; ebbene, la somma di tutto ciò che continua a persistere, si mantiene anche attraverso i mutamenti successivi in modo tale che questi spariscono, ed io, in lui, veggo sempre il mio amico, col quale ogni giorno faccio la mia solita passeggiata. Ed ancora: il mio vestito può avere una macchia, uno strappo, ma è sempre il mio vestito. Già l'espressione stessa indica che ciò dipende da una somma di elementi persistenti, ai quali se ne aggiungono di nuovi, e si sottraggono quelli che non ci si presentano.

La lunga consuetudine, la preponderanza degli elementi persistenti di fronte a quelli mutabili dominano nella nota economia parte istintiva, parte volontaria, delle rappresentazioni e delle determinazioni, che si estrinsecano nel pensare e nel parlare comune. Ciò che è stato rappresentato una volta, porta e mantiene una determinazione, un nome.

Come relativamente persistente, ci si presenta poi il complesso di ricordi, disposizioni, sentimenti, collegati ad un *quid* particolare (il nostro corpo), e che si designa come l'« Io ». Io posso essere occupato ad un lavoro piuttosto che ad un altro; posso essere tranquillo ed ilare, o triste e di cattivo umore; ebbene, tolti i casi patologici, rimangono pur sempre

tanti elementi persistenti, che bastano a far riconoscere l'*Io* come tale.

Certamente anche l'*Io* è di una persistenza soltanto relativa. La speciosa persistenza dell'*Io* consiste principalmente solo nella continuità, in una lenta trasformazione.

I molti pensieri e disegni di ieri, continuati oggi, che l'ambiente ci ricorda continuamente nella veglia (dacchè durante il sonno l'*Io* è più confuso, e può essere anche duplicato o fors'anche mancare del tutto), le piccole abitudini, che si mantengono inconsciamente ed involontariamente per lungo tempo, costituiscono il fondo dell'*Io*.

Difficilmente si può dare che si presentino maggiori varietà nell'*Io* di individui diversi che non in un solo individuo nel corso della sua vita. Risovvenendomi oggi degli anni della mia prima giovinezza, potrei considerare me fanciullo, eccetto alcuni tratti speciali, quasi come un altro individuo, se non mi si presentasse innanzi la serie concatenata dei ricordi. Persino alcuni scritti, pubblicati da me circa venti anni or sono, mi fanno l'impressione di cose estranee.

Certamente la lentezza, con la quale si compie la trasformazione del nostro corpo, contribuisce alla persistenza dell'*Io*, però molto meno di quanto comunemente si crede.

I fatti di tal genere sono stati studiati ed analizzati molto meno dei fatti concernenti l'*Io* intellettuale e l'*Io* morale. Certo è che noi ci conosciamo

ben poco nelle nostre caratteristiche personali (1). Quando io scriveva queste righe (1886), non conoscevo ancora il bel libro del Ribot *(Les maladies de la personalité)* sulle malattie della personalità, nel quale vien fatto notare il valore dei sentimenti comuni per la costituzione dell'*Io*. Ed io consento col Ribot.

L'*Io* è così poco persistente, in senso assoluto, come i corpi. Infatti, noi abbiamo paura della morte, cioè dell'annichilimento della persistenza. Ma quel che v'ha in noi di essenziale e pregievole, sopravvive in innumerevoli esemplari o si mantiene di regola con prevalente individualità di per sè. Negli uomini migliori però si trovano impulsi, traccie individuali, della cui perdita niuno ha da lamentarsi. Per poco la morte potrebbe riuscire un pensiero gradito, quando si consideri come liberazione dell'individualità, seb-

(1) Una volta, da giovane, osservai il profilo di un volto che mi riuscì fortemente spiacevole, ributtante, e non poco mi spaventai come riconobbi non esser quel volto se non il mio, che io aveva percepito passando innanzi a due specchi fra loro inclinati in un magazzino di specchi. Un'altra volta, di ritorno da un viaggio molto faticoso in ferrovia, di notte, essendo di molto stanco, salii in un *omnibus*, mentre dall'altra parte saliva un altro signore: « Che razza di maestro disperato è mai costui! », dissi tra me: ed era proprio io, che mi riflettevo nello specchio posto di fronte a me nel fondo della vettura. Per me dunque era più comune la caratteristica di classe che non la mia fisonomia speciale.

bene tale pensiero naturalmente punto possa alleviare il morire fisiologico.

Tosto che ci siamo orientati, il che avviene per primo, per la formazione del concetto di sostanze « corpo », « io » (materia, spirito), predomina il voler una più esatta idea delle trasformazioni cui va soggetto questo relativo persistere: ed è il mutabile ne' corpi e nell'*Io* che eccita il volere (1). Anzi, tutti gli elementi stessi del complesso si presentano come qualità. Ad esempio: un frutto è dolce, ma potrebbe essere anche amaro: anche altri frutti possono essere dolci. Il colore, che diciamo rosso, si presenta in molti corpi. La vicinanza di certi corpi ci riesce gradita, sgradita invece quella di certi altri. Così a poco a poco veniamo a riconoscere che complessi diversi risultano composti di elementi comuni: e veniamo a distinguere ne' corpi, come da questi diviso, il visibile, l'auditivo, il palpabile, ecc.; ed il visibile lo distinguiamo in colori e figure; e nella varietà dei colori inoltre notiamo un più ristretto numero di particolari elementi, i colori fondamentali, ecc. I complessi, adunque, si scompongono negli elementi (2), cioè nelle ultime parti costitu-

(1) Però non in senso metafisico.

(2) Anche se si considera questo fenomeno come astrazione, gli elementi, come vedremo in seguito, non perdono punto della loro importanza. Cfr. le considerazioni sul *concetto* nel penultimo capitolo.

tive, oltre le quali, almeno fino ad ora, non possiamo andare. La natura di questi elementi rimane per ora indeterminata: potrà però essere dichiarata in avvenire con nuove ricerche.

§ 3.

L'abitudine, conformemente allo scopo, di designare il persistente con un nome e di riassumere in un pensiero gli elementi, senza star lì ad analizzarli ogni volta, può, con lo sforzo di separare di poi gli elementi, riuscire ad una peculiare contraddizione. L'imagine, che non riusciamo ad afferrare, del persistente, che non si trasforma in modo sensibile quando si perda qualcheduno degli elementi, sembra sussistere di per sè, e da poi che si può togliere ogni elemento parziale, singolarmente, senza che per questo l'imagine cessi dal rappresentare il tipo generico, si crede che, anche togliendo tutti gli elementi, essa rimanga sempre un qualche cosa. Così in modo naturale si forma il pensiero filosofico, che da principio s'impone, ma di poi si riconosce mostruoso, di un fatto in sè (Ding an sich), vario, irriconoscibile nella sua manifestazione.

Il fatto, il corpo, la materia non sono altro che l'unione degli elementi, dei colori, suoni, ecc., se non i così detti contrassegni. Il problema filosofico, posto sotto varie forme, di un fatto con i suoi molti

contrassegni, deriva dall'ignoranza del fatto che la sintesi e la diligente analisi, ancorchè legittime e temporanee e per varî scopi utili, non si possono usare ad una volta. Il corpo è uno ed invariabile fintantochè non abbiamo necessità di considerarlo nelle sue parti. Ad esempio: tanto la terra quanto una palla da bigliardo sono « sfere », se noi facciamo astrazione da tutto ciò che non ha che fare con la forma di una sfera; ed una maggiore precisione è inutile. Ma per far ciò e per giungere a porre ambedue i corpi nella categoria delle « sfere », dobbiamo lasciar da parte l'orografia o la microscopia.

§ 4.

L'uomo ha in sommo grado la facoltà di stabilire i suoi punti di vista con volontà e coscienza. Egli può, osservando un corpo, un fatto, astrarre dalle peculiarità in questi predominanti, e quindi considerare le più minute particolarità; egli può tanto studiare una corrente stazionaria senza riguardo al suo contenuto (calore, elettricità, fluidità), quanto calcolare la larghezza di una linea di Fraunhofer in uno spettro; egli può, secondo lo trae il suo talento, od elevarsi alle più generali astrazioni o scendere ai più piccoli dettagli. Le bestie posseggono tale facoltà in un grado molto minore: esse non si stabiliscono alcun punto di vista: invece vi sono trascinate il più delle volte dalle impressioni.

Quando il lattante non riconosce più il babbo, perchè ha il cappello in capo; od il cane non riconosce più il padrone, perchè indossa un vestito nuovo, soggiacciono appunto al contrasto col loro punto di vista. Chi non s'è trovato mai in simili casi? Il fatto che si pone un tal problema, indica chiaramente che vi può incorrere anche l'uomo che pensa e ragiona. Speciali circostanze sembra che vogliano raffermare l'importanza d'un tale problema. Colori, suoni, odori ne' corpi sono transitorî; come nucleo più costante e più difficile a dileguare rimane l'elemento tattile, che appare quale sostegno delle qualità transitorie ad esso congiunte. L'abitudine, pertanto, tien fermo il pensiero ad un tal nucleo, anche se l'intelligenza ci ha fatto palese che vista, udito, odorato e tatto sono assolutamente congiunti. Ne consegue ancora, per il grande sviluppo particolare della fisica meccanica, che si debba ascrivere a quanto si riferisce al tempo od allo spazio una specie di più alta realtà rispetto ai colori, ai suoni ed agli odori. Corrispondentemente adunque tutto ciò che ne' suoni, ne' colori, negli odori ha relazione con lo spazio e col tempo, acquista maggior realtà che non i colori, i suoni, gli odori stessi. Pertanto la fisiologia dei sensi dichiara che spazio e tempo possono essere chiamati sensazioni non meno dei colori e dei suoni. Ma di ciò più avanti.

§ 5.

Anche l'*Io*, come le relazioni dei corpi con l'*Io*, dà agio all'apparire di analoghi problemi imaginari, il cui fondamento verrò in seguito riassumendo in poche parole. Gli elementi, dianzi stabiliti, li segneremo con ABC... KLM... $\alpha\beta\gamma$... Accenniamo pertanto con A, B, C..., per chiarezza, i complessi di colori, suoni, ecc., che comunemente chiamiamo corpi; indichiamo con K, L, M... il complesso, che chiamiamo il nostro corpo e che *è una parte de' primi distinta per sue proprie peculiarità*; e con $\alpha\beta\gamma$... designiamo il complesso del volere, dei ricordi, ecc.

Comunemente il complesso $\alpha\beta\gamma$... KLM...., quale *Io*, è contrapposto al complesso ABC..., quale mondo fisico, materiale: talvolta anche $\alpha\beta\gamma$... è designato come l'*Io* in contrapposto a KLM... ABC... quale mondo fisico. Anzitutto ABC... apparisce indipendente dall'*Io* e come contrapposto a questo, e libero. Questa indipendenza però è soltanto relativa, e si perde se noi la consideriamo con maggior attenzione. Certamente nel complesso $\alpha\gamma\beta$... si può mutare qualche cosa senza che nulla di notevole avvenga anche in ABC..., e viceversa; ma molti mutamenti in $\alpha\beta\gamma$..., per mezzo di mutamenti avvenuti in KLM..., trapassano in ABC... e viceversa, come quando, ad esempio, vivaci rappresentazioni si estrinsecano in azioni, o l'ambiente ap-

porta nel nostro corpo notevoli mutamenti. Pertanto gli elementi *KLM*... si presentano uniti più strettamente con $\alpha\beta\gamma$... ed anche con *ABC*..., che non questi tra loro: e tali relazioni trovano loro esplicazione nel pensare e parlare comune.

Ma, a tutto rigore, si nota che *ABC*... è sempre condeterminato da *KLM*... Per esempio, un cubo se è vicino ci appare grande, piccolo se lontano; visto con l'occhio destro, ci appare in un modo; visto con l'occhio sinistro, in un altro modo, talvolta duplicato; se chiudiamo gli occhi, il cubo non è più. Adunque le qualità di uno stesso corpo sembra che si modifichino secondo il nostro corpo; a questo esse sembrano subordinate. Ma dov'è allora sempre lo stesso corpo, se esso si presenta così vario? Quello che possiamo dire è che varî elementi *ABC*... sono congiunti con varî *KLM*... (1).

(1) Già da molto tempo nella mia nota « Uber die Abhängigkeit der Netzhautstellen von einander » (*Sulla dipendenza dei punti della retina fra loro*) nella *Vierteljahrsschrift für Psychiatrie* (Leipzig und Neuwied, 1868) ho espresso tale opinione in questo modo: « L'espressione « *illusione* » indica che non siamo ancor giunti a piena conoscenza od almeno non abbiamo trovato ancor necessario di determinare cotale conoscenza anche nella terminologia che *i sensi non danno nè rappresentazioni false nè vere.* La sola cosa retta, che si possa dire degli organi del senso, è che essi *in varie condizioni danno varie sensazioni e percezioni.* Inoltre, da poi che queste « condizioni » e « circo-

Si suole contrapporre nel pensare e nel parlar volgare l'*apparente* al *reale*. Ad esempio, noi vediamo innanzi a noi una matita e la vediamo diritta; se l'immergiamo obliquamente nell'acqua, noi la vediamo spezzata. In quest'ultimo caso diciamo: la matita *sembra* spezzata, ma in *realtà* essa è diritta. Ma che cosa ci autorizza di considerare come reali certi fatti contrapposti a certi altri che consideriamo come apparenti? In ambedue i casi abbiamo sempre de' fatti, i quali appunto rappresentano connessioni di elementi, variamente condizionate e di diversa natura. La matita immersa nell'acqua sembra all'occhio spezzata a causa dell'ambiente, ma per il senso del tatto ed il processo di misura è sempre retta. Una imagine in uno specchio, piano o concavo, è soltanto visibile, mentre in altre circostanze, cioè nelle condizioni comuni, all'imagine corrisponde un corpo palpabile. Un piano chiaro messo accanto ad uno oscuro è più chiaro che non accanto ad un altro che sia ancora più chiaro. Certamente saremo ingannati nella nostra aspettativa se scambieremo fra loro varî casi

---

stanze » sono di genere quanto mai diverso, cioè parte esterne (negli obbietti), parte interne (nell'organo sensorio), parte intime (attive nell'organo centrale), si può con verisimiglianza dire che, se si ha riguardo solo alle circostanze esterne, l'organo agisce diversamente sotto influenza di circostanze simili. Un tale effetto insolito si suole chiamare « illusione » ».

di connessione, senza badare esattamente alle varie condizioni, commettendo naturalmente l'errore di aspettare anche in casi insoliti il resultato ordinario. I fatti non ne hanno colpa, e parlare in tali casi di *apparenza* ha soltanto un senso pratico, punto scientifico. Onde la questione, di sovente proposta, se il mondo sia reale o soltanto un sogno nostro, non ha affatto valore scientifico. Anche il più bizzarro de' nostri sogni è un fatto, come qualsiasi altro: che se i nostri sogni fossero più normali, più coerenti, più stabili, avrebbero per noi anche maggior importanza pratica.

L'opinione popolare di una contraddizione fra l'apparenza e la realtà ha influito, eccitandolo di molto, sul pensiero filosofico-scientifico. Questo apparisce, ad esempio, nell'imaginosa e poetica fizione platonica dell'antro, nel quale, voltando il dorso al fuoco, si veggono soltanto le ombre, le imagini delle azioni, dei fatti (Platone, *De republ.*, VII, 1). Ma poichè da tale opinione non si dedussero persino l'ultime conseguenze, essa esercitò, per così dire, un maligno influsso sulla nostra opinione popolare. Il mondo, di cui siam parte, si perde dinanzi a noi e si allontana ad incredibili distanze. Qualche giovane, sentendo parlare per la prima volta delle rifrazioni astronomiche, potrebbe credere che tutta la scienza astronomica stia per vacillare, mentre nuovamente tutta tale scienza è ancor raffermata per una piccola correzione, facile a verificarsi.

§ 6.

Consideriamo un corpo con una punta S. Se noi tocchiamo S, mettendola in relazione col nostro corpo, sentiamo una puntura. D'altra parte noi possiamo guardare S senza sentire l'impressione della puntura: ma ogni qualvolta sentiamo la puntura, ritroviamo S. La punta, che vediamo, è adunque un *quid* permanente, un nucleo persistente, cui s'aggiunge, come qualche cosa d'accidentale, secondo le circostanze, la potenza di pungere. Per il gran numero di casi analoghi ci si abitua alla fine a considerare tutte le qualità dei corpi come « effetti », derivanti da nuclei persistenti ed apportate all'*Io* per mediazione del corpo, e che siamo soliti chiamare *sensazioni*; ma, con questo, tali nuclei perdono il loro contenuto tutto materiale e diventano soltanto simboli del pensiero, ed in tal caso sarebbe giusto dire che il mondo sussiste *soltanto* per le nostre sensazioni. Ma noi appunto conosciamo soltanto le sensazioni e l'adozione di que' nuclei, come di una reazione a queste, dalla quale reazione risultano appunto le sensazioni, è per lo meno inutile ed oziosa. Soltanto ad un semi-realismo o ad un semi-criticismo potrebbe piacere una tale opinione.

§ 7.

Comunemente il complesso $\alpha\beta\gamma$... *KLM*..., come *Io*, è contrapposto al complesso *ABC*..., e soltanto quelli fra gli elementi di *ABC*... che alterano più gravemente $\alpha\beta\gamma$..., ad esempio una puntura, un dolore, in generale si suole unirli tosto con l'*Io*. Ma, per considerazioni analoghe a quelle più sopra riferite, si può venire a riconoscere che in niun modo la ragione cessa di unire *ABC*... con l'*Io*, e corrispondentemente l'*Io* può espandersi sì da comprendere ed abbracciare alla fine tutto il mondo (1). L'*Io* non è determinato da profondi e decisi confini: essi invece sono abbastanza indeterminati sì da potersi a nostra voglia allargare. Solo in quanto che si disconosce che i confini dell'*Io* si possono inconsciamente più o meno

(1) Se io dico: « la tavola, la pianta, ecc., sono mie sensazioni », pongo, contro l'idea comune dell'uomo, una reale espansione dell'*Io*. Ed una tale espansione, oltre la parte che riguarda il sentimento, si compie nel *virtuoso* che domina il suo istrumento come il suo corpo; nell'oratore abile, che attira su di sè lo sguardo di tutti gli uditori e ne soggioga il pensiero; nel valoroso politico, che trascina con facilità il proprio partito. Nelle circostanze deprimenti invece, come quelle che temporaneamente sogliono soffrire gli uomini nervosi, si restringe, per così dire, l'*Io*: pare che un muro lo separi dal mondo.

spingere od allargare, in contrapposto alle nostre vedute, s'ergono le difficoltà metafisiche.

Ma dacchè abbiamo riconosciuto che le unità supposte come « corpo », « io », sono soltanto mezzi provvisori per orientarci momentaneamente e per scopo puramente pratico (ad esempio, per afferrare un corpo, per guardarci dal dolore, ecc.), dobbiamo, dopo le molte e più profonde ricerche scientifiche, abbandonarle come insufficienti e punto adatte. *Il contrasto fra l'*Io *ed il mondo, fra sensazione o rappresentazione e fatto, adunque non esiste* e si tratta soltanto delle *connessioni degli elementi* $\alpha\beta\gamma$... *ABC*... *KLM*..., per i quali tale contrasto appunto era soltanto un'espressione in parte, ma non in tutto e per tutto vera. Questa connessione non è altro che il congiungimento di quelli con altri elementi dello stesso genere, cioè tempo e spazio. La scienza anzitutto ha voluto soltanto constatarlo ed orientarvisi, invece che volerne dichiarare e spiegare subito l'esistenza.

Ad una superficiale considerazione il complesso $\alpha\beta\gamma$... appare composto di elementi molto più transitorî che non *ABC*... e *KLM*..., ne' quali ultimi gli elementi sembrano collegati in modo più permanente e stabile intorno ad un forte nucleo; e, sebbene più larghe e profonde osservazioni dimostrino come gli elementi di tutti i complessi siano dello stesso genere, tuttavia anche dopo tali osservazioni s'insinua nuovamente l'idea più vecchia di un contrasto

fra materia e spirito. Lo spiritualista sente di tratto in tratto la difficoltà di dare la necessaria stabilità al mondo materiale creato dallo spirito, e singolarmente difficile riesce d'altro canto al materialista dar vita con sensazioni al mondo materiale. Il punto di vista monistico, dato dallo studio e dalla meditazione, è facilmente turbato di nuovo dalle più antiche e prepotenti idee istintive.

§ 8.

Tale difficoltà si presenta particolarmente per le seguenti considerazioni. Nel complesso ABC..., che abbiamo designato come mondo materiale, troviamo quale parte non solo il nostro corpo KLM..., ma anche i corpi degli altri uomini (od animali) $K'L'M'$..., $K''L''M''$..., coi quali noi pensiamo uniti per analogia complessi $\alpha'\beta'\gamma'$, $\alpha''\beta''\gamma''$... simili al complesso $\alpha\beta\gamma$... Finchè ci occupiamo di $K'L'M'$..., noi ci troviamo in un campo a noi pienamente famigliare, a noi dovunque materialmente accessibile; ma quando studiamo le sensazioni ed i sentimenti, che sono connessi col corpo $K'L'M'$..., non ci troviamo più nello stesso campo materiale e noi vi dobbiamo supplire con la mente. Nè soltanto ci è molto meno facile conoscere il campo in cui allora ci troviamo, ma anche il trapasso a questo è relativamente incerto. Noi proviamo il sentimento che si sente dinanzi ad

un precipizio (1). Chi batte *soltanto questa* via non sarà mai privo del sentimento dell'incertezza, quale ricca fonte di problemi speciosi.

Ma non siamo costretti a questo solo modo di pensare. Noi possiamo considerare anzitutto la mutua relazione degli elementi del complesso *ABC*... senza far conto di *KLM*..., cioè del nostro corpo. Ogni ricerca fisica è di tal genere. Una palla bianca cade sopra una campana: risuona. La palla, all'azione della fiamma di sodio, ingiallisce; divien rossa, all'azione

(1) Quando, bambino di 4 o 5 anni, andai per la prima volta dal mio paese a Vienna e fui condotto dal babbo sui bastioni (le antiche mura della città), rimasi molto sorpreso di vedere gente nelle fosse della città, e non potevo capacitarmi, secondo il mio modo di vedere, come poteva essere scesa colà, dacchè non mi veniva in mente che vi potesse essere un'altra via possibile. La stessa meraviglia potei notare un'altra volta in un mio bambino, di circa tre anni, durante una passeggiata sulle mura di Praga. Le considerazioni, accennate nel testo, mi fanno risovvenire ogni volta di un tale sentimento e volentieri confesso che quell'accidente ha contribuito di molto a raffermare tale mia opinione a questo riguardo, formatasi da lungo tempo. L'abitudine di far procedere sempre sulla stessa via il concetto materiale ed il concetto psichico facilmente riesce a far disorientare. Un bimbo può per un buco di un muro di una casa a lungo abitata avere una vera espansione dell'idea del mondo, ed un piccolo rivolgimento scientifico può agire molto considerevolmente.

della fiamma del litio. In tal caso gli elementi (*ABC*...) appariscono soltanto connessi fra loro, indipendenti dal nostro corpo (*KLM*...). Se noi invece prendiamo del santonino, la palla ci apparisce nuovamente gialla. Se chiudiamo gli occhi, per noi la palla non c'è più: se ci tagliamo il nervo acustico, essa non risuona più. Adunque gli elementi *ABC*... non soltanto sono congiunti fra loro, ma ancora con gli elementi *KLM*... *Per questo e solo per questo chiamiamo* ABC... *sensazioni* e consideriamo *ABC*... come appartenenti all'*Io*. Pertanto, in seguito, dove od accanto o per le espressioni « elementi », « complessi di elementi » useremo le espressioni « sensazioni », « complessi di sensazioni », si deve ritenere che gli elementi sono sensazioni *soltanto* nella connessione e nella relazione che abbiamo accennata e nella determinata dipendenza funzionale. In altra relazione funzionale essi sono ad un tempo obbietti fisici. La determinazione accessoria degli elementi, come sensazioni, è usata qui solo, perchè, per la maggior parte degli uomini, gli elementi considerati appunto come sensazioni (colori, suoni, impressioni, spazio, tempo, ecc.) sono molto più famigliari, mentre secondo l'opinione volgare le particelle delle masse valgono come *elementi fisici*, ai quali aderiscono gli *elementi* nel senso qui usato, come « qualità », « effetti ».

In tal modo a noi non apparisce punto la sovra accennata discrepanza fra corpi e sensazioni, fra

mondo interno e mondo esterno, fra mondo materiale e mondo spirituale (1). Tutti gli elementi *ABC*..., *KLM*... rappresentano soltanto *una* massa continua, che, toccata in ciascun elemento, si mette *tutta* in moto, dato che avvenga un turbamento molto più grave e profondo in *KLM*... che non in *ABC*... Un magnete nel nostro ambiente attira solo una massa vicina di ferro; un masso, che precipiti, sprofonda solo il terreno sottostante o, al più, circostante, ma il taglio di un nervo mette in movimento tutto il sistema di elementi. Affatto spontaneamente tale relazione mi conduce all'imagine di una massa viscosa, la quale in certi casi (ad esempio, nell'*Io*) si trova più saldamente unita. Spesso, parlando, mi sono servito di questa imagine.

§ 9.

Pertanto, se sussiste il gran contrasto fra le ricerche fisiche e le fisiologiche, questo avviene soltanto

---

(1) Cfr. le mie *Grundlinien der Lehre von den Bewegungsempfindungen* (*Linee fondamentali della teoria delle sensazioni di movimenti*), pag. 54, Leipzig, Engelmann, 1875. Ivi pure brevemente, ma decisamente, ho espressa la mia opinione con le parole seguenti: « I fenomeni si scompongono negli elementi, che noi chiamiamo sensazioni, tosto che esse possono essere collegate con determinati fatti del corpo e per mezzo di questo possono essere notate ».

per il comune e stereotipo modo di considerare. Un colore è un *obbietto fisico* fintantochè consideriamo la sua dipendenza dalle fonti di luce (altri colori, calore, spazio, ecc.); ma se noi lo consideriamo nella sua relazione con la retina (gli elementi *KLM*...), divien tosto un *obbietto psicologico*, una *sensazione*. Ne' due campi non varia il *contenuto*, ma l'*indirizzo nelle ricerche* (Cfr. anche cap. II, pag. 53 e seg.).

Sia che dall'osservazione dei corpi d'uomini o di animali, fuori di noi, passiamo alle loro sensazioni, sia che ricerchiamo l'influsso del nostro corpo sulle nostre sensazioni, noi possiamo sempre supplire un fatto osservato con l'*analogia*. Questo supplire si compie molto più sicuramente e chiaramente se mai riguarda il fenomeno nervoso, che non si possa pienamente osservare nel nostro corpo, se esso insomma si compie nel campo fisico a noi famigliare, di quello che se riguarda il mondo psichico, o le sensazioni od i pensieri degli altri uomini. Tolto questo, non v'ha sostanziale differenza.

§ 10.

Tali pensieri acquistano una maggiore consistenza ed evidenza se si esprimono non soltanto in forma astratta, ma se si pongono direttamente sott'occhio i fatti che ne risultano.

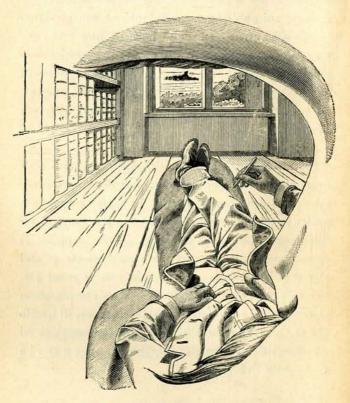



Fig. 1.

Ad esempio, io sto disteso sopra un divano: se chiudo l'occhio destro, al sinistro appare la rappresentazione data dalla fig. 1. Nello spazio delimitato dall'arco delle ciglia, dal naso e dai baffi, si mostra una parte, per quanto è visibile, del mio corpo ed

il suo ambiente (1). Il mio corpo si distingue da quello degli altri uomini per il fatto che ogni idea vivace di movimento si estrinseca nel relativo movimento, tosto che il suo contatto apporti mutamenti più notevoli che quelli degli altri corpi, essendo esso pur visto solo in parte e particolarmente senza il capo. Se osservo un elemento A nel campo visivo e ricerco la sua connessione con un altro elemento B dello stesso campo, già trapasso dal campo della fisica in quello della fisiologia e psicologia, quando B, per servirmi di un'espressione calzante, usata da un mio amico, il signor J. Popper, ingegnere in Vienna, guardando per caso il mio disegno, trapassi la pelle. Considerazioni simili a quelle che si fanno per i fenomeni, che avvengono nel campo visivo, si possono fare altresì per i fenomeni tattili e percettivi che avvengono nel campo degli altri sensi (2).

(1) Vogliamo qui astrarre dal campo di vista binoculare, cui ciascuno è sufficiente con un proprio stereoscopio, ma che è più difficile a descriversi e non è rappresentabile con disegno su un solo piano.

(2) Allo schizzo di questo disegno fui indotto circa trenta anni fa per un caso molto comico. Un tal signor V. L., morto da lungo tempo, il cui vivace ed amabile carattere gli giovò in talune eccentricità, mi eccitò a leggere uno scritto di E. Krause. Vi si trova il seguente luogo:

Tema: Trovare l'autopsia dell'*Io*.
Soluzione: La si trova senz'altro.

§ 11.

Abbiamo già accennato alla varietà dei gruppi di elementi che abbiamo indicato con $ABC...$, $\alpha\beta\gamma...$ Infatto se noi ci vediamo innanzi un albero verde o pensiamo ad un albero verde, noi ce lo rappresentiamo lo stesso, ma in ambedue i casi sappiamo del tutto distinguere. L'imagine pensata dell'albero ha un aspetto molto meno determinato, molto più mutevole; il suo verde è molto più sbiadito e variabile, ed essa si presenta anzitutto chiaramente in un *altro* campo. Un movimento, che noi *abbiamo intenzione* di fare, è sempre un movimento *imaginato* e rientra in un campo ben diverso da quello cui appartiene il movimento realmente effettuato: d'altra parte questo si compie sempre quando la imagine è abbastanza forte e vivace. Il variare degli elementi A o α in differenti campi, chi ben consideri, non significa altro se non che essi sono collegati con varî altri elementi. Sarebbero adunque in $ABC...$, $\alpha\beta\gamma...$ gli *stessi* gli *elementi fondamentali* (colori, suoni, spazio, tempo, sensazioni di movimento); varia soltanto il modo col quale sono collegati.

Per illustrare comicamente questo, come diciamo, « molto fumo e poco arrosto » ed insieme per dimostrare come si trovi realmente l'autopsia dell'*Io*, abbozzai questo disegno.

Si suole considerare il piacere ed il dolore come diversi dalle sensazioni dei sensi: invece non solo il senso del tatto, ma ancora le sensazioni di tutti gli altri sensi possono successivamente trasformarsi in dolore e piacere. Anche il piacere ed il dolore si possono a ragione chiamare sensazioni: soltanto non sono state ancor analizzate quanto basta e così bene come le sensazioni de' sensi, e, fors'anche, come queste ultime, non determinate a così pochi organi. Le sensazioni di piacere e di dolore, sebbene si presentino indistinte, pure mostrano il contenuto essenziale di tutti i così detti sentimenti: e, posto pure che vengano a conoscenza, quando siamo colpiti da sentimenti, possiamo indicarli come sensazioni collocate più o meno diffusamente, ma non profondamente e decisamente localizzate. W. James (1) e dopo di lui il Ribot (2) ammettono la *meccanica fisiologica* dei sentimenti e ne ripongono l'essenza in tendenze alle azioni del corpo opportune e corrispondenti alle circostanze, esplicantisi per l'organizzazione. Solo una parte si arriva a conoscerne. James sostiene che noi siamo tristi, perchè piangiamo, e non già all'opposto. E Ribot, facendo notare, ed a ragione, quanto bassa sia la condizione della nostra conoscenza dei sentimenti, afferma che noi di continuo osserviamo solo quanto viene a conoscenza per mezzo di questi pro-

(1) W. James, *Psychology*, II, pag. 442. New-York, 1890.

(2) Th. Ribot, *La psychologie des sentiments*, 1899.

cessi fisiologici. Però, egli va, senza dubbio, troppo oltre, quando egli afferma che il fenomeno psichico è soltanto *surajouté* al fenomeno fisico; e che questo soltanto sia reale. Per noi non sussiste punto una tale distinzione.

Per ciò tanto le percezioni quanto le rappresentazioni, il volere, i sentimenti, in una parola, tutto il mondo interno ed esterno, non sono che la connessione più o meno salda di un ristretto numero di elementi simili, i quali si chiamano volgarmente *sensazioni*. Ma dacchè in tal nome si racchiude già una teoria unilaterale, noi, per brevità, preferiamo di parlare, come abbiam fatto fino ad ora, di *elementi*. Ogni ricerca mira appunto a constatare il legame di tali elementi (1). Che se con una data specie di questi elementi non si potesse giungere affatto allo scopo, se ne dovrebbe porre appunto ancor più. Ma non è punto utile, per le questioni qui trattate, fin da principio, implicarne l'adozione, l'accettazione.

---

(1) Cfr. pagg. 6 sg., 9 sg., 15 sg., 18 sgg. di questo lavoro, infine anche l'osservazione generale alla chiusa del mio lavoro sulla *origine e sulla storia del problema della conservazione del lavoro* (*Die Gesch. u. die Wurzel des Satzes der Erhaltung der Arbeit.* Praga, Calve, 1872).

§ 12.

S'è già detto che, con questo complesso di elementi, che in fondo poi è *un solo*, i corpi e l'*Io* non si possono determinare in tutti i casi con sufficiente precisione. Per l'intelletto subordinato al volere che rifugge dal dolore e ricerca il piacere, ha massima importanza il complesso degli elementi che sono strettamente connessi in una unità ideale, economicamente considerata, cioè l'*Io*, col piacere e col dolore. La determinazione dell'*Io* avviene istintivamente; è resa comune e sempre più rafforzata dall'ereditarietà. I complessi poi « Io » e « Corpo » prevalgono istintivamente per la loro alta importanza pratica non solo per l'individuo, ma anche per la specie, e si presentano con forza elementare; ma ne' casi speciali, ne' quali non si bada tanto allo scopo pratico, ma ne' quali la conoscenza è scopo a sè stessa, tale determinazione appare subito come insufficiente, riesce d'ostacolo e insostenibile (1).

(1) Ad esempio, anche la coscienza ed il pregiudizio di casta, il sentimento di nazionalità ed il più gretto campanilismo possono essere molto più utili per scopi speciali. Da tali passioni non deve essere offuscato il ricercatore di vista acuta, almeno nel momento della ricerca: tutte queste idee egoistiche bastano solo per scopi pratici.

Il fatto fondamentale ed essenziale non è più l'*Io*, ma gli elementi (sensazioni), e si consideri riguardo all'espressione « sensazione » quello che s'è detto più sopra a pag. 24 sg. Gli elementi costituiscono l'*Io*. Quando dico: io vedo il verde, voglio dire che l'elemento verde comparisce in un determinato complesso di altri elementi (sensazioni, ricordi): se io tralascio di guardare il verde, se io muoio, gli elementi non si presentano più nella solita connessione coi soliti elementi. Con questo è detto tutto. Però ha cessato di sussistere soltanto un'esistenza reale. L'*Io* non è un'unità invariabilmente determinata con confini profondi e netti. Esso non perviene alla immutabilità, nè ad una decisa separazione dagli altri, nè ad una profonda delimitazione del proprio àmbito, poichè tutti questi momenti variano già nella vita dell'individuo di per sè, se pure non sono agevolati e desiderati dall'individuo stesso: importanza

---

Naturalmente all'abitudine può soggiacere anche il ricercatore. Le meschine gretterie dei dotti, la malizia nell'approfittarsi, le perfide reticenze, il veleno, di che si sparge sotto mano la lode dopo il boccon amaro del riconoscimento della teoria altrui, la spiegazione, malignamente ambigua, di un lavoro d'altri, ecc., indicano abbastanza che in tali momenti anche il ricercatore combatte la lotta per l'esistenza, che sulla via della scienza influisce, portando ostacolo, la vita volgare e che è ancor un ideale nelle odierne condizioni sociali lo sforzo al sapere puro, per sè.

ha soltanto la *continuità*. Ed in questo m'accordo pienamente con le ricerche biologiche del Weismann (1). Ma la *continuità* è soltanto un mezzo per preparare e conservare il contenuto, la natura dell'*Io*. Il fatto essenziale è precisamente questo contenuto e non già l'*Io*. Però anche tale contenuto non è determinato all'individuo: infatti, anche dopo la morte dell'individuo esso sopravvive in altri fino ai ricordi più minuti e senza valore. Gli elementi di conoscenza di un individuo sono fra loro congiunti fortemente, ma debolmente e soltanto per caso in grado notevole con quelli di un altro individuo: e però ognuno pensa di conoscere soltanto sè stesso ritenendosi come un'*unità* indivisibile, indipendente dalle altre. Ma contenuti di conoscenza, di più generale importanza, rompono i limiti dell'individualità e ci trasportano in una vita più generale, impersonale e soprapersonale, sempre però uniti con gli individui, ma indipendenti dalle persone, ne' quali quelli elementi si sono sviluppati. La più grande ventura per l'artista, il ricercatore, l'inventore, il riformatore sociale è di poter contribuire a ciò.

L'*Io* non si può salvare. In parte tale opinione, in parte la paura della morte conducono alle aberra-

(1) WEISMANN, *Zur Frage der Unsterblichkeit der Einzelligen*, in *Biolog. Centralblatt*, vol. IV, n[i] 21, 22. Confronta specialmente pag. 654 e seg., dove si parla della divisione dell'individuo in due parti eguali.

zioni religiose, ascetiche e filosofiche, stranamente pessimiste od ottimiste. Però, a lungo andare, convien cedere dinanzi alla verità semplice, naturale, che emerge dall'analisi psicologica, e non si potrà più dar grande importanza all'*Io* individuale che, già durante la propria vita, ha subito molte modificazioni, e può anche mancare in tutto od in parte nel sonno, o, per malattia o perversione, in una visione, in un pensiero, persino nel momento più felice. Si deve quindi rinunziare all'immortalità dell'individuo (1) e non dare maggior importanza ai fatti secondarî che ai principali. In tal modo si giunge ad una concezione più serena e libera della vita, sì da escludere il dispregio per l'*Io*, a noi estraneo, e la stima soverchia dell'*Io* personale, dell'*Io* nostro. L'ideale etico, che si fonda su tale concezione, pertanto, non è parimente lontano da quello dell'asceta, che per questo non è biologicamente durevole e si spegne col suo stesso trapasso, e da quello troppo superbo del superuomo di Nietsche, che i suoi simili non possono e non potranno, come vogliam sperare, tollerare? (2).

---

(1) Dacchè noi desideriamo mantenere sulla morte i nostri personali ricordi, noi non facciamo punto diversamente da quell'eschimese che rinunciava, pur ringraziandola, all'immortalità senza foche e senza cavalli marini.

(2) Per quanto sia aperta la via alle cognizioni teoretiche di pratico contenuto, quest'ultimo a lungo andare non potrà contrastare alle prime.

Ma non ci basta la conoscenza degli elementi (sensazioni), e ci facciamo tosto la domanda: chi ha tale connessione di sentimenti? chi la sente? Ed in tal modo sottostiamo alla vecchia abitudine di aggruppare ogni elemento (sensazione) ad un complesso non analizzato, ricadendo, senza avvedercene, al vecchio e ristretto punto di vista. Spesso si dice che non è imaginabile un fenomeno psichico che non avvenga in un soggetto determinato, e si crede, in tal modo, d'aver dichiarato il valore essenziale dell'unità di coscienza. Ma, come l'autocoscienza può avere varî gradi e risultare da ricordi varî ed occasionali, si potrebbe parimente dire che un fenomeno fisico, il quale non avvenga per una determinata circostanza, però sempre nel mondo, non sia imaginabile. Astraendo pertanto da queste circostanze, che possono essere molto varie in rapporto al loro influsso, e, in casi speciali, restringersi ad un *minimum*, si può tentare qua e colà qualche ricerca. Si pensi alle sensazioni degli animali inferiori, cui a stento si può ascrivere un determinato subbietto. Dalle sensazioni emerge il subbietto, il quale senza dubbio di nuovo reagisce contro le sensazioni.

Spesso in modo particolare si è scientificamente manifestata l'abitudine di considerare il complesso dell'*Io*, non analizzato, come un'unità indivisibile. Nel corpo è anzitutto distinto il sistema nervoso come sede delle sensazioni. Di poi nel sistema nervoso si distingue il cervello come peculiarmente a ciò desti-

nato e, per difendere la supposta unità psichica, si ricerca ancora nel cervello un punto, come sede dell'anima. Cotali grossolane idee difficilmente possono bastare anche soltanto per abbozzare le più elementari traccie da seguire nelle future ricerche sulla connessione fra i fenomeni psichici ed i fenomeni fisici. Il fondamento dell'« unità psichica » è probabilmente il fatto che i varî organi, parti del sistema nervoso, possono essere fisicamente fra loro connessi, e vicendevolmente eccitati. Io sentii una volta porre sul serio tale domanda: Come mai la percezione di un albero grande può trovar posto nella testa così piccola d'un uomo? Anche questo problema non sussiste e risulta chiara l'assurdità anche per l'altra questione, cui facilmente si passa, in qual modo cioè la sensazione si fissi *spazialmente* nel cervello. Se, ad esempio, noi parliamo delle sensazioni di un altro uomo, esse naturalmente nulla hanno che vedere con lo spazio da noi percepito con l'occhio e sovratutto fisicamente: esse sono da noi integrate col pensiero e le consideriamo causalmente (o, meglio, funzionalmente), ma non già spazialmente congiunte al cervello umano da noi osservato o imaginato; ma se noi parliamo delle sensazioni nostre, allora queste non sussistono più spazialmente nel nostro capo, ma il nostro « capo » con quelle partecipa piuttosto, come sopra si è dimostrato (1),

(1) Cfr. quanto s'è detto a pag. 22 e seg. sulla fig. 1.

dello stesso campo spaziale (1). — Non si parla pertanto di unità di conoscenza: e poichè l'apparente contraddizione fra *mondo reale* e *mondo percepito* sta

---

(1) Già in Giovanni Müller troviamo un accenno a simile considerazione; ma egli fu ritratto dal trarne la conseguenza finale dalla sua propensione alla metafisica. In Hering però (in HERMANN, *Handbuch der Physiologie*, vol. II, parte I, pag. 345) troviamo questo passo caratteristico: « La materia onde sussistono i fatti visivi, sono appunto le sensazioni visive. Il sole che tramonta, come fenomeno visivo, è un disco piano, rotondeggiante, di color arancione: consiste adunque in sensazioni visive. Noi lo possiamo pertanto designare come una sensazione rotondeggiante, di color arancione. *Tale sensazione noi abbiamo quando a noi appare il sole* ». Io per me posso dire che oltre l'esperienza fatta comunemente, così, discorrendo occasionalmente, anche la maggior parte degli studiosi, che, seriamente si sono addentrati in tale questione, ha trovato tale opinione semplicemente raccapricciante. Naturalmente la colpa sta tutta nella volgare confusione fra spazio reale e percepito. Ed allora si esce dal còmpito economico della scienza, secondo il quale per noi ha importanza solo la connessione dell'osservabile e di ciò che è determinato, eliminando tutto ciò che è ipotetico, metafisico, vano: così s'arriva a questa opinione. Un simile punto di vista si deve ascrivere già ad AVENARIUS, dacchè si legge nel suo lavoro sull'*Idea degli uomini sul mondo* (*Der mentschliche Weltbegriff*, pag. 75) questa proposizione: « Il cervello non è un punto di fermata, non è alcuna sede, non produttore, non istrumento od organo, non apportatore, non substrato, ecc.,

soltanto nel vario modo di considerare, ma non esiste una peculiare discrepanza, *un contenuto di conoscenza variamente complesso è per nulla più grave ad intendersi delle svariate connessioni che si ritrovano nel mondo.*

Che se si vuol considerare l'*Io* come una unità *reale*, non si potrà sfuggire al dilemma: o contrapporre un mondo di natura inconoscibile a lui stesso (il che sarebbe inutile e senza scopo), o considerare tutto il mondo, cioè l'*Io* di tutti gli altri uomini, come compreso nel nostro *Io* (al che difficilmente si può pensare sul serio). Ma se si pone un *Io*, soltanto come unità *pratica* tanto per orientarci provvisoriamente nella trattazione, quale un gruppo di elementi più fortemente connessi fra loro e connesssi più debolmente con altri gruppi dello stesso genere, non reggono più questioni di tal genere e la ricerca può liberamente procedere.

Dice il Lichtenberg nelle sue osservazioni filosofiche: « Noi siamo consci di determinate rappresen-

del pensiero ». « Il pensiero non è un inquilino, od un padrone, non un'altra metà o parte qualsiasi, ecc..., e nemmeno un prodotto, nè una funzione fisiologica, una volta prodottasi, od una circostanza del cervello in particolare ». Senza poter e voler garantire d'ogni parola d'Avenarius e della sua interpretazione, mi pare che l'opinione sua sia molto vicina alla mia. Il metodo seguito da Avenarius, « l'esclusione della introiezione », è soltanto una forma particolare della eliminazione del metafisico.

tazioni, le quali non dipendono da noi; altre invece, almeno noi lo crediamo, dipendono da noi: quale il limite? Però noi conosciamo soltanto l'esistenza delle nostre sensazioni, rappresentazioni e pensieri. Si suol dire che si pensa parimente come ci si esprime: *lampeggia*. Per dire: *cogito*, egli è di molto quando tosto traduciamo: *penso*. È necessità pratica di ammettere, come postulato, l'*Io* ». Benchè la via, seguìta dal Lichtenberg per giungere a tale conclusione, sia parecchio diversa dalla nostra, pure concordiamo nella conclusione.

§ 13.

Non sono i corpi che generano le sensazioni, ma sono i *complessi di elementi* (complessi di sensazioni) che formano i corpi. Il fisico considera « corpi » il persistente, il reale, e, all'opposto, considera « elementi » le loro manifestazioni passeggiere, transitorie; ma egli non considera che tutti i « corpi » non sono che simboli del pensiero per indicare complessi di elementi (complessi di sensazioni). Anche in tal caso, i suddetti *elementi* costituiscono il fondamento ultimo e più peculiarmente affine, che è da studiarsi ancor più con nuove ricerche d'ordine fisiologico-fisico. Per tale opinione nella fisica e nella psicologia si fa strada un concetto molto più chiaro ed economico, che toglie di mezzo, senz'altro, taluni problemi imaginarî.

Per noi adunque il mondo non consiste in un'essenza enigmatica, che per reazione ad un'altra essenza parimente enigmatica, l'*Io*, genera le sensazioni che sole possiamo conoscere. I colori, i suoni, lo spazio, il tempo, ecc., sono per noi (cfr. pagg. 18 e sgg.) gli ultimi elementi di cui dobbiamo ricercare le determinate connessioni (1). In tale ricerca però non ci

(1) Io provai un godimento indicibile quando, giovane di circa 15 anni, fra i libri di mio padre ritrovai i *Prolegomena zu einer jeden künftigen Metaphysik* del KANT. Questo scritto mi ha fatto allora un'impressione, che non ho più provato di poi in altre letture filosofiche. Due o tre anni di poi provai improvvisamente quanto sia inutile il così detto « fatto in sè » (Ding an sich). In un giorno sereno d'estate, all'aperto, una volta mi s'appresentò il mondo col mio *Io* come una massa complessa di sensazioni, congiunta nell'*Io* soltanto più fortemente, e, benchè più tardi si sia aggiunta anche la riflessione, quello fu il momento definitivo per tutta la mia concezione. Del resto, io dovetti combattere una lunga e grave lotta prima di poter raffermare tale concetto anche nel mio campo speciale. Si accoglie insieme col pregio della teoria fisica necessariamente anche una considerevole dose di falsa metafisica, la quale difficilmente si separa da ciò che deve essere ritenuto, anche quando tali teorie sono di per sè sufficienti. Anche le opinioni, che siamo soliti accettare istintivamente, si presentano ad un tempo prepotentemente e chiudono od ingombrano la via. Già da principio per il lavorio scambievole e nel campo della fisica e della fisiologia dei sensi,

dobbiamo lasciare fuorviare dai complessi o dalle determinazioni (quali: corpo, io, materia, spirito, ecc.) che si sono venute formando per scopi puramente

---

come anche per gli studî storico-fisici, ho dato una forte stabilità alle mie opinioni dopo che avevo tentato (sin dal 1863) nelle mie lezioni sulla psico-fisica (estratto dalla *Zeitschrift f. prakt. Heilkunde*, pag. 364, Wien, 1863) invano di sciogliere il contrasto con una monadologia psico-fisica. Io non miravo alla fama di filosofo; io desideravo solo accogliere e fermare nella fisica un concetto fisso, che non debba cadere quando si trapassi nell'àmbito di un'altra scienza, dacchè in fondo tutte quante formano un tutto solo: nè a tali esigenze risponde in tutto l'odierna teoria fisica delle molecole. Nè io lo dico per la prima volta, chè io non voglio porre la mia dimostrazione come un trovato mio particolare. Io credo piuttosto che ognuno il quale non si contenga entro i limiti in modo prudente di una scienza determinata, debba ad un dipresso seguire la stessa via. Le mie opinioni s' accostano a quelle d'Avenarius e ch'io potei conoscere nel 1883 (*Philosophie als Denken der Welt nach dem Princip des kleinsten Kraftmasses*, 1876). Anche il Hering nel suo discorso sulla memoria (*Almanach der Wiener Akademie*, pag. 258, 1870) e J. Popper nel suo bel libro sul *Diritto di vivere e il dover di morire* (pag. 62. Leipzig, 1878) seguono lo stesso concetto. Cfr. anche il mio discorso *Sulla natura economica delle ricerche fisiche* (*Almanach der Wiener Akademie*, pag. 179, nota, 1882, e MACH, *Letture scientifiche popolari*, trad. di BONGIOVANNI, pag. 162 e seg. Torino, Bocca, 1900). Infine debbo qui accennare all'introduzione al lavoro sulla

pratici, temporanei e limitati. Piuttosto dovremo ritrovare nella ricerca stessa — come avviene in ogni scienza speciale — nuove forme del pensiero che a quella s'adattino, e sostituire in luogo delle opinioni, accolte istintivamente, una concezione più libera e più semplice, conveniente allo sviluppo ed al progredire delle esperienze.

§ 14.

La scienza si forma per un continuo processo di adattamento del pensiero ad un determinato campo di esperienze: resultato ne sono gli elementi del pensiero, i quali possono rappresentare tutto il campo stesso, e tale resultato riesce naturalmente vario secondo la natura e l'estensione del campo medesimo. Se si riesce ad allargare il campo d'osservazione ed a trovare relazione fra campi fino ad ora ritenuti distinti e separati, ecco che gli elementi, comunemente

---

Reine Empfindungslehre di W. Preyer ed al discorso inaugurale tenuto a Friburgo dal Riehl (pag. 40) ed al *Cervello e conoscenza* (1884) di R. Wahle. Le mie idee esposi da prima largamente nel 1882 e 1883, avendole brevemente accennate dal 1872 e 1875. Certamente, se io avessi una più larga conoscenza della letteratura, potrei addurre altri esempi e considerazioni più o meno simili ed affini a quanto ho qui esposto.

accettati, non bastano più. Dal contrasto fra l'abitudine acquisita e lo sforzo d'adattamento, nascono i problemi che, ottenuto il pieno adattamento, spariscono per lasciar luogo ad altri ploblemi, rimasti nel frattempo nascosi ed ignorati. Il fisico puro, avuta nozione di un corpo, facilmente, senza gravi mutamenti ed alterazioni, si orienta. Chi sia guidato da uno scopo puramente pratico, è essenzialmente favorito dal pensiero dell'*Io*. Infatti, ogni forma di pensiero che, volontariamente od involontariamente, si è formata per uno scopo speciale, appunto per questo scopo mantiene in sè un valore permanente. Ma tosto che fisica e psicologia si toccano, le idee dell'una si mostrano insostenibili nell'àmbito dell'altra: ed appunto al mutuo adattamento mirano le varie teorie degli atomi e delle monadi, sebbene non siano ancor giunte alla loro mèta. Che se noi consideriamo gli *elementi* (nel senso sopraindicato a pag. 16 come *elementi universali,* tali problemi appariscono in realtà rimossi, e con ciò è conseguito il primo e più importante adattamento. Questa idea fondamentale può per ora — senza spacciarsi per un nuovo sistema filosofico infallibile — adattarsi a tutti i campi d'esperienza: essa è adunque tale da poter, col minimo dispendio, ed economicamente quant'altra mai, tener luogo temporaneamente di teoria generale. Quest'idea fondamentale esercita, si può dire, la sua funzione esclusivamente economica con la massima tolleranza, nè si restringe soltanto ai campi pei quali ancor sono

sufficienti le rappresentazioni a noi accessibili, ma può anche estendersi e sprofondarsi ne' nuovi e più vasti campi, che più accurate ricerche ed esperienze potranno aprire in seguito.

§ 15.

Le rappresentazioni e le idee dell'uomo volgare intorno al mondo non sono formate e raffermate dalla conoscenza completa e pura, quale scopo a sè stessa, ma dallo sforzo di un adattamento facile e conveniente ai bisogni della vita. Però, se con questo sono meno sicure, d'altra parte non incorrono nemmeno nelle aberrazioni, in cui facilmente si cade, quando si voglia seguire troppo da presso ed instantemente un parziale punto di vista scientifico (filosofico). All'uomo spregiudicato, pienamente sviluppato nel rispetto psichico, gli elementi che indichiamo con *ABC*... appaiono nello spazio *accanto* e *al di fuori* degli elementi *KLM*..., cioè *immediatamente*, e non già per un processo psichico di proiezione o di logica conclusione o ricostruzione, il quale, se pur esistesse, non verrebbe certamente conosciuto.

A lui pertanto si presenta un « mondo esterno » *ABC*..., diverso dal suo corpo *KLM*... ed esistente fuori di questo; e gli appare inoltre un mondo di fatti indipendente dal suo *Io*, perchè egli non

ABC Mondo esterno
KLM Corpo nostro
αβγ Io

osserva precipuamente la dipendenza di *ABC*... dagli elementi *KLM*..., che sempre si ripetono nello stesso modo, ma segue soltanto la salda connessione in cui sono stretti fra loro gli elementi *ABC*... Questo *Io* si forma con l'osservare le peculiari qualità del fatto speciale *KLM*..., con le quali sono intimamente connessi il dolore, il piacere, i sentimenti, il volere, ecc.

Egli inoltre osserverà fatti *K'L'M'*, *K''L''M''*, i quali si comportano in modo affatto analogo a *KLM*, ed il loro comportarsi in contrasto con quelli dipendenti da *ABC*... dipende precisamente da lui, quando egli pensi uniti a quelli stessi analoghe sensazioni, sentimenti, ecc., come osserva in sè stesso.

L'analogia che lo induce a questo, è quella stessa che lo determina a considerare in un filo, che abbia *tutte* le qualità di un conduttore elettrico, meno *una* non chiaramente manifestata, come esistente anche *questa una*.

Ora, non percependo egli le sensazioni de' suoi simili e degli animali, ma integrandole soltanto con l'analogia, poichè dal comportarsi de' suoi simili deduce che essi si trovino nelle sue stesse condizioni, si vede indotto ad ascrivere alle sensazioni, ai ricordi, ecc., una natura speciale, diversa da *ABC*..., *KLM*..., la quale è diversamente composta secondo il grado di coltura, il che, come più sopra abbiamo mostrato, è inutile e porta ad errori scientifici anche se per la vita pratica ha più stretta importanza.

Questi momenti, determinanti la situazione intel-

lettuale dell'uomo semplice, secondo le necessità della vita pratica, in questa si trasformano e solo per poco rimangono indecisi. La trattazione scientifica del mondo fa accentuare più or l'uno, or l'altro momento e assume il suo indirizzo o dall'uno o dall'altro, tentando di rimuovere, per quanto è possibile, nel suo sforzo di rendersi più rigorosa, coerente e conseguente, le opinioni inutili. Così sussistono i due sistemi, il dualistico ed il monistico.

L'uomo semplice conosce la cecità, la sordità, e, dall'esperienza quotidiana, sa che sulla sua visione de' fatti ha grande influenza il senso; ma non gli viene punto in mente di credere che tutto il mondo sia una creazione dei suoi sensi: praticamente inconcepibile gli tornerebbe ogni sistema idealista, per non parlare delle aberrazioni del solipsismo.

La trattazione, veramente scientifica, è facilmente traviata dal fatto che, talora sin dal bel principio, si pone a base di tutte le ricerche un concetto, una idea conveniente soltanto ad uno scopo particolare e strettamente determinato. Questo avviene, ad esempio, quando tutti i fenomeni vengono considerati come « effetti » di un mondo esteriore, che penetrano sino alla nostra coscienza. Con ciò si presenta un inestricabile labirinto di difficoltà metafisiche. Ma tale spettro si dilegua, se noi interpretiamo il fatto, per così dire, in senso matematico, e si manifesta in tal modo che, per noi, ha valore soltanto la constatazione delle *relazioni funzionali*, e che quella che noi vo-

gliamo conoscere è soltanto *la dipendenza di un fenomeno dall'altro.*

Anzitutto è chiaro che la relazione con un fondamento fittivo (il fatto in sè, Ding an sich), sconosciuto e non determinato, è soltanto una fantasticheria inutile. Ma, anche concedendo una tale fantasticheria, si possono facilmente distinguere le varie categorie di dipendenza fra gli elementi dei « fatti di conoscenza », e per noi questo fatto solo ha importanza reale.

$ABC\ldots\ K\ L\ M\ldots$	$\alpha\ \beta\ \gamma\ \ldots$
$K'\ L'\ M'\ \ldots$	$\alpha'\ \beta'\ \gamma'\ \ldots$
$K''\ L''\ M''\ldots$	$\alpha''\ \beta''\ \gamma''\ldots$

Nello schema, che abbiamo ora presentato, è dichiarato il sistema degli elementi. Nello spazio, racchiuso da un solo ordine di linee, stanno gli elementi che appartengono al mondo dei sensi, la cui regolare unione e speciale dipendenza degli uni dagli altri ci dànno i corpi *fisici* (inanimati) come il corpo umano, quello degli animali e dei vegetali, mentre in dipendenza affatto speciale stanno tutti questi elementi da alcuni degli elementi *KLM*..., cioè i nervi del nostro corpo, onde risultano i fatti della fisiologia dei sensi. Nello spazio, racchiuso da un doppio ordine di linee, figurano gli elementi appar-

tenenti alla più alta vita psichica, cioè i ricordi, le rappresentazioni, ecc., fra i quali sono da considerare anche quelli che noi ci rappresentiamo nella vita psichica dei nostri simili, e che debbono distinguersi per il loro tono. Le rappresentazioni inoltre si connettono fra loro in modo ben diverso (associazione, fantasia) che non gli elementi *ABC... KLM...*, ed ancor non vi sarà dubbio che esse stanno con questi ultimi in strettissima relazione e che il loro comportarsi in ultimo grado è determinato da *ABC... KLM...*, tutto il mondo *fisico*, particolarmente dal nostro corpo ed anche il nostro sistema nervoso. Le rappresentazioni $\alpha'\beta'\gamma'$..., derivanti dal contenuto della conoscenza dei nostri simili, fanno per noi l'ufficio della *intermediaria sostituzione*, per la quale possiamo intendere il contegno de' nostri simili, le relazioni funzionali di *K'L'M'* con *ABC*, per quanto essa per sè rimanga affatto (fisicamente) oscura.

Gli è importante per noi adunque notare che, in tutte le questioni qui poste in modo razionale, e che ci possono interessare, ritorniamo sempre a considerare i varî *fondamenti fittivi* e le varie *relazioni di dipendenza*. Questo è il punto capitale. Quanto al fatto, quanto alle relazioni funzionali nulla si muta; consideriamo, od in parte od in tutto, come fisico tutto ciò che vien dato quale contenuto della conoscenza. L'officio biologico della scienza è di dare all'individuo-uomo, pienamente senziente, un orien-

tamento possibilmente compiuto. Qualunque altro ideale della scienza non è realizzabile e non ha senso.

Il punto di vista filosofico dell'uomo volgare, se si vuol chiamare con tal nome il suo puro realismo, ha diritto alla più alta considerazione. Esso ci si presenta da tempo, incommensurabilmente lungo, senza la cooperazione premeditata dell'uomo: esso è un *prodotto naturale* e dalla natura è mantenuto. Tutto ciò che la filosofia di poi ha aggiunto — la qualificazione biologica d'ogni passo, naturalmente confessando ogni errore — è, all'opposto, soltanto un insignificante *prodotto effimero dell'arte*. Ed infatti possiamo notare come ogni pensatore ed anche ogni filosofo, tostochè per un'angustia della vita pratica è distolto dal suo particolare lavoro intellettuale, segua il punto di vista comune. Ad esempio, il professore X., che si crede teoricamente un solipsista, non è certamente tale in pratica, quando egli ringrazi il ministro per una decorazione ottenuta o tenga un discorso al suo uditorio. Il pirronista nella commedia *Mariage forcé* del Molière, quando è bastonato, non dice più: « Il me semble que vous me battez », ma considera come realmente ricevute le bastonate.

Questi « preliminari » non intendono in alcun modo di screditare il punto di vista dell'uomo volgare. Il loro scopo è soltanto questo: di indicare *perchè e per quale ragione* noi accettiamo questo

punto di vista nella massima parte della nostra vita, *e perchè e per quale scopo e con qual diritto* noi dobbiamo *lasciarlo trascorrere.* Niun punto di vista ha un valore assolutamente permanente: ogni punto di vista è importante e reale per un determinato scopo.

CAPITOLO II.

SUI PREGIUDIZI

§ 1.

Il fisico ha spesso occasione di notare come il processo delle investigazioni, in un dato ramo, venga ad un tratto impedito dal fatto che, in luogo di seguire un'idea libera e spregiudicata nella ricerca, si seguono concetti e criteri, adattati ad altri campi e per questi adottati; e molto maggior impedimento apportano cotali pregiudizi, passando dall' àmbito della fisica a quello della psicologia. Meglio lo dichiareranno alcuni esempi.

Se un fisico osserva in un occhio, separato dal resto del corpo, un'imagine, la vede rovesciata, e tosto si domanda come avvenga questo rovesciamento, nella quale ricerca lo soccorreranno investigazinni diottriche. Ma se questo criterio, esatto per la fisica, si volesse applicare alla psicologia, ne avremmo soltanto confusione. Infatti, nel rispetto psicologico, non

ha valore alcuno ricercare perchè gli obbietti, *diritti* fuori di noi, nella retina siano rappresentati *capovolti.*

La sensazione di luce, su ciascuno dei punti della retina, è congiunta fin dal suo prodursi con sensazioni di spazio, e diciamo: « sopra » i punti che nella retina vengono rappresentati abbasso. Ma il soggetto senziente non avverte ciò e non si pone mai tale questione. Nello stesso modo ci si comporta rispetto alla così detta teoria della proiezione.

Il fisico andrà ricercando il punto luminoso dell'obbietto rispondente ad un punto rappresentato sulla retina sul prolungamento del raggio, che, partendo da questo punto, passa per il punto d'intersezione dei raggi principali dell'occhio; ma il soggetto senziente non avverte e non cura tal problema, dacchè per lui una sensazione visiva è sempre connessa, per non dire incorporata, a determinate sensazioni di spazio. La teoria, che tutto il mondo esterno sussista per la proiezione delle nostre sensazioni, si fonda sopra un'erronea applicazione di certi punti di vista fisici. Le nostre sensazioni visive e tattili sono congiunte a varie sensazioni di spazio, vale a dire che esse sono l'una accanto l'altra e l'una fuori dell'altra, in un campo spaziale di cui il nostro corpo occupa solo una parte. Ad esempio: una casa, un albero, una tavola giacciono evidentemente fuori del mio corpo. Non sussiste adunque un problema di proiezione; nè inconsapevolmente, nè consapevolmente esso si esplica.

Il Mariotte trovò che un punto determinato della retina è cieco. Ma, poichè il fisico è solito riferire ogni punto dell'obbietto ad un punto corrispondente dell'imagine, ed a questo connettere una sensazione, sorge naturalmente la questione: che cosa vediamo noi nel punto dell'obbietto rispondente al punto cieco? Che cosa risponde alla lacuna?

Se la forma di tale questione, fisicamente ingiustificata, esce dalle ricerche psicologiche, noi troviamo che qui non abbiamo punto da fare con uno speciale problema. Noi non vediamo nulla nel punto cieco, la lacuna nell'imagine non è riempita. La lacuna non è punto avvertita, perchè la mancanza della sensazione di luce sul punto cieco non la sentiamo più di quel che avvertiamo la cecità del nostro dorso.

A bello studio mi sono servito di esempi facili ed intelligibili per dimostrare quale inutile confusione possa apportare nelle ricerche lo scambio fatto, senza circospezione, ad un campo, di criterî e di vedute, adatte e valevoli per un altro affatto diverso. Nell'opera di un famoso etnografo tedesco lessi una volta quest'affermazione: « Questa razza s'è profondamente avvilita per l'antropofagia ». Di poi lessi il libro di un viaggiatore e ricercatore inglese, che si occupa del medesimo argomento; ma questi, postasi la questione perchè certi isolani dei mari del Sud siano cannibali, nel processo della ricerca, ritrova che anche i nostri progenitori erano cannibali, e viene a concordare a tal riguardo con i criterî degli Indiani.

Questa stessa veduta balenò una volta alla mente d'un mio bambino, che aveva circa 5 anni, il quale, dopo aver mangiato un pezzo d'arrosto, atterrito e sorpreso, improvvisamente si trattenne, gridando: « Ma noi, per le bestie, siamo cannibali! ». È massima lodevolissima questa: « Tu non devi essere cannibale »; ma in bocca dell'etnografo perde la serena sua luce di semplicità, nella quale tanto volentieri consideriamo il ricercatore. Andando innanzi di tal passo, potremmo dire: « l'uomo non può derivare dalla scimmia »; « la terra non può girare »; « la materia non può essere continua nello spazio »; « la energia dev'essere costante », e via dicendo. E certamente il nostro avanzare differirà solo in grado, ma non in genere, da questo ora accennato, se noi, pretendendo che siano valide, trasferiremo, senza averne prima sperimentata l'adattabilità, le vedute fisiche alle ricerche psicologiche. In tali casi ci renderemo schiavi di un dogma, che predominerà nelle nostre ricerche, anche se noi non vorremo esserne legati quanto gli scolastici, che ci hanno preceduto. E quale altro effetto hanno, dopo lunga abitudine, le ricerche, se non il dogma? E la facilità, acquistata col frequente ripetersi delle medesime condizioni intellettuali, ci toglie la freschezza e la serenità di pensare e giudicare in condizioni nuove. Poste queste generali osservazioni, io dovrei dichiarare il mio concetto sul dualismo psico-fisico: ma, a mio credere, anche questo è artificioso ed inutile.

§ 2.

Se dopo le ricerche prettamente fisiche, ci rivolgiamo ai concetti astratti, di regola, o incidentalmente o per nulla affatto, pensiamo alle sensazioni (elementi), che pur sono il fondamento di questi concetti. Quando io affermo, ad esempio, che una corrente elettrica dell'intensità di un ampère, sviluppa al minuto 10 $\frac{1}{2}$ ccm. di gas ossidrico, a 760 mm. di pressione barometrica, io stesso vengo ascrivendo ad obbietti definiti una realtà affatto indipendente dalle mie sensazioni muscolari. D'altra parte, però, per arrivare al definito mi è necessario seguire la corrente, della quale mi posso accertare soltanto per mezzo di sensazioni, per un filo disposto in circolo di un determinato raggio in modo che faccia deviare, data l'intensità del magnetismo terrestre, l'ago magnetico di un determinato angolo dal meridiano. Non meno circostanziata è poi la determinazione dell'intensità magnetica, della quantità di gas ossidrico, ecc., giacchè tale determinazione si fonda tutta su una innumerevole serie di sensazioni, specialmente se si tien conto dell'aggiustamento dell'apparato, che deve precedere la determinazione. Ora al *fisico*, che non studi la *psicologia* delle proprie operazioni, può facilmente capitare lo stesso che a quello che cercava, come si dice comunemente, l'asino e v'era

a cavallo, che, cioè, egli abbia a trascurare le sensazioni come fondamento delle sue idee. Io tengo per fermo, che un concetto fisico dichiara soltanto un determinato genere di relazione fra gli *elementi sensorî*, che precedentemente abbiamo indicati con ABC... Questi elementi — elementi nel senso che fino ad ora non si poterono scomporre in altre parti — sono le più semplici basi del mondo fisico non solo, ma anche del psicologico.

Certamente, una ricerca fisiologica può avere un carattere prettamente fisico. Infatti io posso seguire il procedere di un processo fisico, attraverso un nervo sensibile, sino all'organo centrale e quindi ricercare le sue varie espansioni per i muscoli, le cui contrazioni portano nell'ambiente nuovi mutamenti fisici; ma io non debbo a questo riguardo pensare ad alcuna sensazione dell'uomo o dell'animale, che sto studiando. Quello che io ricerco, è un obbietto puramente fisico. Senza dubbio molto manca per arrivare alla piena conoscenza delle particolarità, malgrado che ci si assicuri, che tutto, in fondo in fondo, si riduca al « movimento delle molecole »; ciò non basta a consolarci della nostra ignoranza. Ancor prima, e di molto, dello sviluppo di una psicologia scientifica aveva l'uomo osservato, che è molto meglio rappresentato, cioè capito, il comportarsi di un animale sotto influenze fisiche, dacchè gli si attribuiscono sensazioni, ricordi simili ai nostri stessi. Osservai già in me stesso questo fatto, quanto alle sensazioni, che

il nostro pensiero corre subito alle sensazioni degli animali per integrare quello che non percepiamo nel campo delle nostre sensazioni.

Un tale contrasto molto aspramente si presenta al ricercatore, il quale segua un processo nervoso, sorretto solo da vaghe ed astratte idee e si trovi, ad esempio, nella necessità di connettere nel pensiero la sensazione del verde con questo processo. Questa sensazione apparisce allora in fatto come qualche cosa di nuovo e di estraneo, e ci domandiamo come questo fatto meraviglioso possa resultare da un processo chimico, da una corrente elettrica, ecc.

§ 3.

Però l'analisi psicologica ci avverte, che non è punto giustificata una tale meraviglia, poichè il fisico opera e lavora *sempre* su sensazioni, e ci avverte altresì, che il fisico continuamente va integrando, per analogia, nel pensiero i complessi di sensazioni per gli elementi, non direttamente percepiti, o tali che non possano essere maggiormente percepiti. Questo gli capita quando, ad esempio, egli si rappresenta la luna come una massa palpabile, grave, inerte. La grande diversità nelle situazioni, più sopra accennate, è adunque un'illusione, illusione, però, che sparisce anche per altre considerazioni, che punto escono dal campo stesso delle esperienze sensorie.

Supponiamo di avere dinanzi una foglia d'un albero. Il verde (A) della foglia è connesso con una determinata sensazione spaziale dell'occhio (B), con una determinata sensazione tattile (C) e con la luce del sole o di un raggio (D). Se, in luogo del sole, poniamo la fiamma gialla del sodio (E), il verde della foglia si tramuta in bruno (F). Se separiamo con alcool la clorofilla, operazione che si può compiere con elementi sensorî, il verde (A) diviene bianco (G). Queste osservazioni ed esperimenti sono tutti d'*ordine fisico.* Ma il verde (A) è unito altresì con un processo, che si compie nella nostra retina. Nulla ci impedisce anzitutto di investigare questo processo nel nostro occhio, come ne' casi ora ricordati, e di risolverlo in elementi come XYZ... Però ci riesce difficile lo studio nel nostro occhio, e lo compiamo sull'occhio di un altro, integrando, con l'analogia, come nelle altre investigazioni fisiche, le lacune nelle quali ci possiamo incontrare. Ora A, nella sua dipendenza da $BCDE$, è un elemento *fisico*, nella sua dipendenza da XYZ... diventa una *sensazione* e può essere considerato un elemento psichico. Non è mutato il verde (A) nella sua natura, ma la nostra attenzione s'è rivolta ad una forma di dipendenza piuttosto che ad un'altra. *Non riconosco perciò alcun contrasto fra l'elemento fisico e l'elemento psichico, ma soltanto una semplice identità in rapporto a tali elementi.* Nell' àmbito della mia conoscenza, pe' sensi, ogni obbietto è fisico e psichico ad un tempo (cfr. pag. 21).

§ 4.

L'oscurità, che si trova generalmente in questa situazione intellettuale, dipende, secondo il mio modo di vedere, dal voler accettare nel campo psicologico ciò che è peculiare della fisica. Il fisico dice: Io trovo soltanto corpi e movimenti di corpi, nessuna sensazione: le sensazioni, adunque, devono essere qualche cosa di fondamentalmente diverso dagli obbietti, che studio. Il psicologo accetta la seconda parte di questa opinione. A lui, naturalmente, si presentano anzitutto le sensazioni, cui corrisponde un *quid* fisico, misterioso, che, secondo il pregiudizio comune, dev'essere affatto diverso dalle sensazioni. Ma che cos'è questo *quid* misterioso? È desso la *physis* o la *psyche*? o forse ambedue? Certo è che, or l'una, or l'altra, appariscono involte in oscurità impenetrabile, inaccessibile. Oppure siam presi in berta da un falso, perverso pensamento?

Io sto per quest'ultimo. Per me, gli elementi *ABC*... sono dati direttamente e con certezza, nè potranno disperdersi per qualsiasi considerazione, che, alla fin fine, si fonda sulla loro esistenza.

La speciale ricerca d'indole psico-fisica sui sensi non è inutile per un cotale orientamento generale e si prefigge il còmpito di constatare le relazioni particolari di *ABC*... Questo, simbolicamente, si può

esprimere in quest'altro modo: che la ricerca speciale si pone il quesito di trovare equazioni di tal forma $F(ABC...) = 0$.

CAPITOLO III.

I MIEI RAPPORTI CON R. AVENARIUS

§ 1.

Ho già accennato ai punti di contatto, che hanno le opinioni, ora espresse, con quelle di alcuni altri filosofi o naturalisti, che accoppiano e fondono, con lo studio della scienza della natura, quello della filosofia. Se dovessi cominciare, come si dice, *ab ovo*, dovrei risalire sino allo Spinoza. Quanto poi ad Avenarius, debbo far notare, che l'affinità fra le opinioni mie e le sue è solo quella che può intercedere fra due persone d'indole e di studî diversi, e pienamente indipendenti l'una dall'altra. L'accordo poi è mascherato anche dalla grande diversità della forma. Avenarius, infatti, ci presenta una trattazione generale, entro delimitazioni schematiche, la cui intelligenza è resa difficile da una strana ed insolita terminologia. Io invece non ho alcuna ragione di dar un lavoro di tal genere, nè vi penso: io sono un naturalista e non un filosofo, e mia intenzione è stata soltanto di fissare

un concetto filosofico, chiaro, sicuro, il quale ci possa guidare tanto nelle ricerche psico-fisiologiche quanto in quelle fisiche, senza essere offuscato da alcuna nebbia metafisica. Con ciò mi pareva d'aver ottenuto tutto. La mia trattazione, sebbene riguardi considerazioni e riflessioni nate in me da molti anni, potrei dire dalla mia giovinezza, assume nella sua brevità il carattere di un riassunto, nè io vorrei che fosse altrimenti considerata. Non nego, d'altra parte, che nella mia avversione ad una terminologia artificiosa, quale è quella d'Avenarius, potrei cadere d'altra parte nell'eccesso opposto; ed infatti, se Avenarius ad ogni caso si intende difficilmente, e talvolta non lo si intende affatto, anche le mie parole non furono meno spesso male interpretate. V'ebbe invero un critico acuto il quale affermò, ch'io giunsi a resultati ai quali non d o v e v o (!) giungere — e così egli si risparmierà la fatica della ricerca, dacchè egli ormai sa a quali resultati essa d e v e condurre — e mi rimproverò persino di aver usato nella trattazione i termini e la lingua comuni, sì che non riesce evidente quale sia il mio « sistema ». Ebbene, si dovrà pertanto scegliere prima di tutto un sistema, e poi, secondo questo, modificare il proprio modo di pensare e di parlare. Certo è che dalle mie parole, stranamente interpretate, si sono volute dedurre opinioni tali da farmi parere ed un idealista ed un berkeleyano, persino un materialista: ma confesso, che di tutte queste colpe spero d'aver pura la mia coscienza.

Naturalmente, ognuno de' due metodi estremi di trattazione ha i propri vantaggi ed i propri svantaggi; ma è da notare, che, non poco, ha impedito lo scambievole accordo fra le idee d'Avenarius e le mie, la diversità di forma. Io intravvidi tosto l'affinità fra le nostre idee e manifestai tale mia convinzione nel 1883 nella mia *Meccanica*, e nel 1886 nella prima edizione di questo libro, dove però potei accennare soltanto un piccolo scritto di Avenarius, pubblicato fin dal 1876 (1), ma che solo per caso mi capitò fra mano poco prima che pubblicassi la *Meccanica*.

L'affinità poi apparve manifesta nelle successive pubblicazioni di Avenarius (anni 1888, 1891, 1894): *La critica della pura esperienza; Il concetto che l'uomo ha del mondo*, ed i suoi articoli di psicologia nella *Vierteljahrsschrift*. Ma, fin dal primo scritto, quella sua ipertrofica terminologia mi tolse il piacere di consentire pienamente con lui, in tutto e per tutto. Fu già desiderato per il passato, da un tale, fra le varie lingue dei popoli, di apprendere anche quella di un individuo speciale: rimarrà pertanto alla nuova generazione usufruire dei lavori di R. Avenarius. Intanto mi compiaccio di ricordare piuttosto gli scritti del Cornelius, di C. Hauptmann e di G. Petzoldt, i quali tendono a fermare ed a sviluppare il nocciolo, per così dire, dei lavori d'Avenarius. Anche

---

(1) R. Avenarius, *Denken der Welt nach dem Princip des kleinstes Kraftmaasses*, 1876.

Avenarius, dal canto suo, ha riconosciuto l'affinità fra le sue e le mie idee, e ne apparisce traccia ne' lavori suoi dal 1888 al 1895. Ben s'appalesa, come, in lui pure, siasi successivamente formata la convinzione di una profonda affinità fra le nostre idee, come io l'aveva prima riconosciuta per attestazione di una terza persona, poichè, personalmente, io non ho mai conosciuto Avenarius.

§ 2.

Debbo ora accennare particolarmente a que' punti della nostra concordanza, cui do speciale importanza. Già fin dal 1871, 1872 ho, benchè con la massima brevità, indicato, come officio essenziale della scienza, l'economia del pensiero, la economica trattazione dei fatti, e nel 1882, 1883, ritornando su tal argomento, ho maggiormente dichiarate le mie idee. Questo concetto — e l'ho già altrove indicato — implicitamente comprende, anticipa anche l'idea della « più semplice descrizione » del Kirchhoff (1874); nè è affatto nuovo, ma esso si riporta già ad Adamo Smith, e, secondo che la pensa P. Volkmann, fino a Newton, se noi vogliamo considerarlo proprio nella sua prima origine, ed ora ritorna ne' lavori di Avenarius, eccetto il suo metodo affatto oscuro nella trattazione (1876). Tale concetto, a dir vero, ha una comprensione molto vasta e si presenta sotto nuovi aspetti, se si considera come una manifestazione biologica tutta la vita psichica,

non esclusa la scienza, applicandovi le idee darwiniane della lotta per l'esistenza, della evoluzione, della selezione. Questo concetto ci costringe ad ammettere, che *tutti i fenomeni psichici si fondano coi fisici e ne siano determinati.* Ora Avenarius nella sua *Critica dell'esperienza pura* tenta di dimostrare, in particolare, che tutto il procedere teoretico e pratico è determinato dai mutamenti del sistema nervoso centrale. Partendo pertanto Avenarius dalla ipotesi, molto generale, che l'organo centrale, non soltanto in tutto il suo complesso, ma ancor nelle sue parti, si sforzi alla propria conservazione ed abbia la tendenza di raffermare il proprio stato d'equilibrio, concorda perfettamente col concetto sulla conservazione della sostanza vivente, esposta dal Hering. Con tali opinioni Avenarius s'accosta alle moderne ricerche positive, specialmente fisiologiche. Opinioni a queste corrispondenti si presentano anche ne' miei lavori brevemente sì, ma in modo determinato, sin dal 1863, e le ho più largamente dichiarate nel 1883, pur senza formarne un compiuto sistema, come ha fatto l'Avenarius (1).

Per me, il punto fondamentale sta nell'essere d'accordo nell'opinione sulla relazione fra fenomeno fisico e fenomeno psichico. Di questa coincidenza delle mie opinioni con quelle d'Avenarius, m'avevano persuaso

(1) Cfr. MACH, *Letture scientifiche popolari,* cit. Torino, Bocca, 1900.

i suoi articoli psicologici. Per averne certezza mi rivolsi al dott. Rodolfo Wlassak, il quale, essendo da più anni in relazione con Avenarius, meglio poteva conoscerne le opinioni e le vedute. Lascio senza altro la parola al Wlassak:

« Il concetto della relazione fra fenomeno fisico e psichico di Avenarius e del Mach è lo stesso. Ambedue giungono alla stessa conclusione: che la differenza fra fenomeno fisico e fenomeno psichico sta soltanto nella diversità delle relazioni di dipendenza, che, sotto un rispetto, sono obbietti della fisica — nel più largo senso della parola — e, sotto un altro rispetto, sono obbietti della psicologia. Se io in un dato ambiente considero la dipendenza dell'elemento *A* da un altro elemento *B*, sono nel campo della fisica; se invece considero quanto muti *A* per un cambiamento qualsiasi degli organi dei sensi o del sistema nervoso centrale in un essere vivente, sono nel campo della psicologia. Perciò Avenarius ha proposto che si aboliscano i termini « fisico » e « psichico » e si debba parlare piuttosto di dipendenze fisiche e psicologiche (*Bemerkungen*, in *Vierteljahrsschrift*, XIX, pag. 18). Mach ci manifesta questa opinione senza (?) dimostrare l'insostenibilità dell'antico concetto del fenomeno psichico e corrispondentemente dell'ufficio della psicologia ».

« Tale questione toglie ogni valore alla *scoperta* *della* « *introiezione* », e, rispettivamente, *dell'errore logico-formale*, che è fondamento della

introiezione. Avenarius parte dal concetto del puro realismo, dell'« idea naturale del mondo », che sta a principio di ogni ragionamento filosofico. Con questa naturale concezione del mondo si può compiere una relativa determinazione del complesso *Io* e del complesso « ambiente », « mondo dei corpi », senza bisogno di ricorrere al dualismo di « corpo » ed « anima », da poi che gli elementi propri dell'*Io* e del nostro corpo sono simili, dal punto di vista del puro realismo, agli elementi dell'ambiente. Che se anche il primo orientamento nella formazione dei concetti di sostanze può, evolvendosi, progredire (MACH, *Analyse*, 1ª ediz. tedesca, 1886, pag. 4), non si viene con ciò a stabilire, che corpo ed anima siano di natura diversa. La peculiare dissensione sul mondo, considerato primitivamente semplice (puramente realistico) si compie per Avenarius per la manifestazione delle attestazioni dei nostri simili. Quando io dico, ad esempio: l'albero qui esiste non soltanto per me, ma le testimonianze dei miei simili mi accertano, che per loro sussiste nello stesso modo che per me, io non oltrepassò punto i limiti giusti di una regolare analogia logico-formale fra me ed i miei simili. Li oltrepasso invece quando considero l'albero come una « rappresentazione », « sensazione », « imagine » negli altri uomini; se io, per così dire, faccio entrare in me stesso l'albero, ricorro all'introiezione, dacchè allora, per il mio simile, ammetto qualche cosa che in nessun modo si appartiene alla mia personale esperienza. Questa, in-

fatti, mi mostra gli elementi dell'ambiente sempre e solo in una relazione determinata e spaziale col mio corpo, giammai in rapporto alla mia conoscenza o simili. Poichè l'introiezione è una violazione della esperienza, naturalmente ogni tentativo di porla in armonia coi fatti dell'esperienza è una fonte inesauribile di falsi problemi, e lo dimostrano chiaramente le varie forme che ha assunto nello sviluppo della storia della filosofia ».

« Le più antiche e rozze teorie delle percezioni, nella loro forma più semplice e rozza, ne mostravano già le discrepanze, separando dall'obbietto le imagini che entrano nell'interiorità del corpo. Ora, considerando che gli elementi circostanziali non sussistono nell'interno dei corpi nello stesso modo che al di fuori, anche nella massa, tostochè divengano interni, debbono essere qualche cosa di diverso, nella loro natura, dall'ambiente. La radice del dualismo ritrovasi appunto nell'esplicazione della introiezione, nel tentativo di porla d'accordo con le esperienze che derivano dal complesso dell'ambiente ».

« Si può ancor dubitare, se Avenarius abbia rettamente giudicato il motivo della introiezione. Nella sua esposizione, egli collega sempre l'introiezione con la dichiarazione delle « percezioni » de' nostri simili; mentre si può dire, che può essere sufficiente motivo d'accettare gli elementi dell'ambiente come dotati d'una doppia esistenza, cioè una « materiale », nell'ambiente, ed una seconda, nella mia « coscienza »,

nella mia « anima », il fatto, che lo stesso elemento dell'ambiente una volta vien dato come « fatto », un'altra volta come « ricordo ». Par dunque che convenga esaminare se le esperienze dei sogni dei selvaggi (1) non siano parimente un motivo indipendente di dualismo. Avenarius — però senza darne prove convincenti — considera la introiezione come la manifestazione dell'esplicazione dualistica delle esperienze de' sogni; ma non possiamo affatto considerare come radice del dualismo, l'animismo preistorico, se, con animismo, si voglia intendere che tutti gli elementi inanimati dell'ambiente siano esseri, quali siamo noi. Sulla base della concezione naturale del mondo, finchè non l'impediscano profondi fondamenti fisiologici, si può, ad esempio, ammettere, che, per l'albero, esistono elementi circostanziali nello stesso senso che per l'uomo. In altre parole, chiunque segua l'opinione del Mach e di Avenarius sul fenomeno psichico, potrebbe ammettere, ignorando ogni conoscenza fisiologica, che, ad esempio, un albero, una pietra vegga, senta il proprio ambiente, e allora solo non sarebbe dualista. Tale sarà se, per spiegarsi questo vedere, questo sentire nell'albero e nella pietra, ammetterà che gli elementi dell'ambiente, toccati e veduti dalla pietra e dall'albero, sussistano ancor una volta nell'albero, nella pietra, come loro « sen-

(1) Queste sono certamente (TYLOR) uno dei più forti motivi. MACH.

sazioni », come loro « coscienza », sdoppiando in tal modo il mondo in mondo corporeo ed in mondo spirituale ».

« Constatata l'inammissibilità della introiezione, si presenta nuova luce sotto due aspetti. Da un lato, secondo la teoria della conoscenza, l'epistemiologia: infatti, illusorî appariscono tutti quei problemi che, secondo le relazioni delle nostre « sensazioni », « rappresentazioni », « stati di coscienza », si riferiscono ai « fatti materiali », le cui imagini, determinazioni sogliono essere quelli, che, per l'addietro, si dicevano prodotti dell'introiezione, e, ad un tempo, si presentano come illusorî i problemi della proiezione nella teoria dello spazio e del mondo esterno, quale prodotto della proiezione delle sensazioni ».

« Dall'altro lato, rimossa l'introiezione, ne viene che non è possibile altra psicologia se non la fisiologica. Infatti, quando consideriamo che gli « stati di coscienza », che i « processi psichici », svolgentisi in seguito ai mutamenti del sistema nervoso, non sono altro che gli elementi dell'ambiente, che io osservo nei miei simili ed, alla fine, anche in me stesso, nel sistema nervoso non possiamo ricercare che il fenomeno fisiologico. Così sparisce ogni speciale causalità psichica e riesce vano ricercare, se sia compatibile col principio della conservazione dell'energia l'ingerenza di forze psichiche nei fenomeni fisiologici del cervello (1) ».

(1) Debbo qui esprimere la mia meraviglia per il fatto

« Che se si parla di « persistenza delle rappresentazioni, anche se queste non sono nella coscienza » (MACH, *Wärmelehre,* pag. 441), in senso ristretto, si può considerare ciò solo come un'espressione abbreviata per indicare un fenomeno determinato del sistema nervoso centrale, ma che tuttavia richiama fortemente alle rappresentazioni dualistiche ».

---

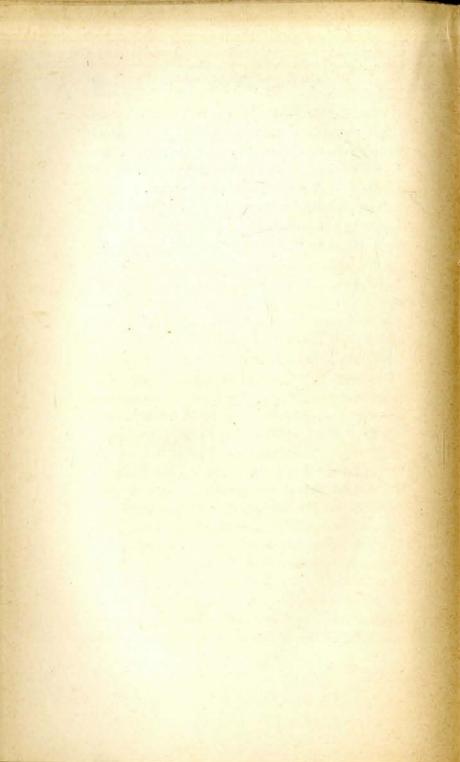
che spesso il principio di energia è messo in campo riguardo alla questione, se esista un agente psichico speciale. La costanza dell'energia determina lo sviluppo del processo fisico, ma non interamente, nè in una sola maniera. Dacchè accettiamo il principio di energia in tutti i casi fisiologici, manifestiamo unicamente, che l'anima non lavora, nè esige lavoro. Però potrebbe essere determinante da parte sua. Le questioni, che i filosofi dibattono intorno a questo punto, dimostrano che il principio di energia non viene considerato nel suo vero valore, e l'imbarazzo, in cui si trova il fisico a rispondere, non ha valore reale riguardo a tale caso, che sta ben lungi dal suo pensiero. Confrontisi quello che, intorno ad una questione di simile natura riferisce, il HÖFLER nella sua *Psychologie,* pag. 58 e seg., nota, 1897. Nell'adozione di uno speciale agente psichico, pur facendo astrazione dalle considerazioni sopra riportate, io veggo soltanto strane e sgraziate rappresentazioni, che, oltre essere inutili ed anche inverisimili, impacciano e rendono difficili le investigazioni. MACH.

§ 3.

Le altre differenze fra la dimostrazione mia e quella di Avenarius sono chiaramente intelligibili. Anzitutto io non mirava ad una compiuta dimostrazione dello sviluppo del mio punto di vista, risultante dalle fasi precedenti della concezione del mondo. In secondo luogo, Avenarius parte da una fase *realistica*, io da una *idealistica* (pag. 36, *n.*), nella quale vissi nella prima giovinezza. Io avrei pertanto potuto parlare della rimozione della *proiezione al di fuori* delle sensazioni (pagg. 8, 14-26, 35-41, 54). In terzo luogo, *non v' ha necessità di concedere tanta parte alle attestazioni de' nostri simili* ed alla introiezione, nel senso biasimato, prima di stabilire un nuovo concetto fondamentale, e però non è ancor necessario escludere di nuovo questa introiezione. Anche il pensatore solitario, se potesse arrivare al nuovo punto di vista, avrebbe ad ogni modo, come osserva Wlassak, da vincere impulsi, che lo trarrebbero al dualismo.

Ma tale concetto ormai è fermato; e, riconosciuto una volta, come reale, il modo diverso di dipendenza degli elementi, la fase finale, *realistica* od *idealistica* che sia, apparisce di non maggior importanza di quello che sia per il matematico od il fisico *uno scambio di variabili fondamentali* nelle loro equazioni. Le opinioni mie e quelle di Avenarius sembra

che fermino soltanto l'*evidente*, evidenza almeno, per coloro che sono liberi dalle pressioni « dei residui di una selvaggia filosofia », come disse Tylor. Tali evidenze sempre esistettero e su queste avrebbe potuto la scienza porre i propri fondamenti.

Pertanto dall'accordo generale delle speciali scienze filosofiche e su base positiva si può trarre felice augurio per la reciproca unione di tutte le scienze.

CAPITOLO IV.

I PUNTI DI VISTA FONDAMENTALI NELLE RICERCHE SUI SENSI

§ 1.

Ora, dal punto di vista fissato, tentiamo di dedurre un punto d'orientamento per il nostro scopo particolare.

Se un investigatore ha già abituato il suo intelletto a collegare nel pensiero due fatti A, B, tenterà di fermare quest'abitudine, per quanto gli riesce possibile, anche in circostanze un po' diverse; sì che, dovunque apparisce A, tosto si presenta anche B. Tale principio, che ha sua radice nella tendenza all'economia e che si presenta chiaramente specialmente agli investigatori di larghe vedute, si può chiamare il principio di *stabilità* o di *continuità*.

Ma ogni variazione, realmente osservata nell'unione di A e B, e che è tale da essere notata, si presenta come turbamento della sopra accennata abitudine, finchè quest'ultima è talmente modificata da non

avvertire più il turbamento. Ad esempio, siamo soliti considerare che la luce, che cade agli orli del vetro e dell'aria, si diffrange. Ma le diffrazioni variano secondo i casi in modo notevole, e l'abitudine, acquisita osservando alcuni casi, non possiamo mantenere ed accettare come regola se non fino a tanto che non venga a turbarla un caso nuovo, continuando così fino a che siamo in grado di stabilire, per ogni particolare angolo d'incidenza A, un determinato angolo di rifrazione B. A questo arriviamo per la scoperta delle così dette leggi di rifrazione, relativamente per la facilità dell'applicazione della regola, in queste contenuta. Adunque al principio di stabilità sta opposto un altro principio di modificazione, che noi chiameremo *principio di determinazione* o di *differenziazione sufficiente*.

Considerando più largamente l'esempio accennato, meglio comprendiamo la cooperazione d'ambedue i principii. Pertanto, per soddisfare ai fatti che si riferiscono al mutamento dei colori della luce, ci atteniamo al pensiero della legge di rifrazione, ma, ad ogni colore particolare, possiamo ben coordinare uno speciale esponente di rifrazione, quando consideriamo che, anche ad ogni determinata temperatura, possiamo coordinare un determinato esponente di rifrazione, ecc.

Per ora, un tale processo ci acqueta e ci soddisfa, giacchè ambedue i fatti A e B sono collegati nel nostro pensiero, sì che, ad ognuna delle mutazioni, accessibili anche alla momentanea esperienza nell'uno,

corrisponde un relativo mutamento nell'altro. Può darsi il caso, che, tanto *A* quanto *B*, si presentino come complessi di elementi e che ogni elemento di *A* sia coordinato ad un elemento di *B*, come avviene se consideriamo uno spettro *B*, e la prova, sullo spettro, di una miscela *A*, dove, ad ogni elemento dello spettro, è coordinato un elemento della prova volatilizzata sull'apparato dello spettro, indipendentemente dagli altri. Adunque il principio della determinazione sufficiente si manifesta per la perfetta facilità di soddisfare a questa relazione.

§ 2.

Consideriamo pertanto una sensazione di colore *B*, non già nella sua dipendenza da un corpo rosso o incandescente *A*, ma nella sua dipendenza dagli elementi del processo *N*, svolgentesi sulla retina: non muta già il genere, ma solo l'indirizzo d'orientamento, e però quanto abbiamo detto nulla perde del suo valore, ed i principî fondamentali rimangono, anche in seguito, inalterati: e questo vale per tutte le sensazioni.

Ora possiamo o analizzare direttamente la sensazione nel rispetto psicologico, come ha fatto G. Müller, o ricercare, secondo il metodo fisico, i processi fisici (fisiologici) a quello inerenti, come fa la moderna scuola fisiologica, o, infine, seguire la connessione di

ciò che è psicologicamente percepibile coi relativi processi fisici (fisiologici), il che porterebbe quanto mai lungi, poichè la ricerca si dovrebbe estendere a tutti i punti, ed una investigazione richiama e sostiene l'altra. Quest'ultimo indirizzo tentiamo, per quanto è possibile, di seguire da per tutto.

Essendo questa la nostra intenzione, noi ci contenteremo soltanto del principio di continuità e della sufficiente determinazione quando riusciamo a coordinare ad un medesimo fenomeno B (una sensazione), sempre e da per tutto, un medesimo fenomeno N (il processo nervoso stesso) e, ad ogni notevole variazione in B, ritrovare un mutamento corrispondente in N. Che se riuscissimo a scomporre B psicologicamente in elementi fra loro indipendenti, certamente potremmo contentarci della scoperta di una simile concordanza in N di elementi rispondenti a quei primi; e quando in B si dovrannò osservare qualità ed elementi, che sembra non si possano separare, come, ad esempio, l'altezza e l'intensità del suono, possiamo arguire, che lo stesso fatto, con le medesime relazioni, troveremo in N. In una parola, noi abbiamo da ricercare in N le qualità fisiche, coordinate a tutte le qualità osservate psichicamente in B.

Non vogliamo però stabilire, che, anche da circostanze affatto complicate, non possa risultare una sensazione semplice nel rispetto psicologico, dacchè le circostanze sono fra loro concatenate, come gli

anelli d'una catena, e non può risultarne alcuna sensazione, se questa catena non arriva sino ai nervi. D'altro canto, dacchè la sensazione può presentarsi anche come allucinazione se, fuori del nostro corpo, non esiste alcun fatto fisico su cui s'appoggi, così osserviamo che essenziale ed immediata condizione della sensazione è un determinato processo nervoso, quale ultimo anello di una tale catena; nè possiamo imaginare alcuna variazione in tale condizione senza pensare anche ad un mutamento nella sensazione, e viceversa. Questo nostro principio possiamo pertanto ritenere valido per la connessione fra un tale anello finale e la sensazione.

§ 3.

Adunque, nello studio delle sensazioni possiamo porre come fondamentale quello che abbiamo indicato come *principio del perfetto parallelismo* fra il fenomeno fisico ed il fenomeno psichico.

Secondo il mio modo di vedere, non ammettendo alcuna diversità essenziale fra i due campi della fisica e della psicologia, tale principio è affatto evidente, ma, facendo pur astrazione da questo, esso può essere accettato, come io ho fatto parecchi anni fa, come principio nelle ricerche (1).

(1) Cfr. la mia dissertazione: *Sull'effetto della distribuzione spaziale degli stimoli di luce sulla retina* (*Ueber d.*

Il principio, ora accennato, apporta, adunque, nella sua comprensione generale che ad ogni fenomeno fisico corrisponda uno psichico, e viceversa nella sua determinazione speciale. Quest'ultima considerazione generale, che in molti casi è, senz'altro, ammessa come vera, in tutti i casi può essere accettata, e giustamente, come verisimile, ed, in tal modo, rappresenta l'ipotesi necessaria per una ricerca esatta. La nostra opinione è affatto diversa da quella del Fechner, il quale considerava i fenomeni fisici ed i fenomeni psichici come *due diversi aspetti di una sola e stessa realtà*. Anzitutto, l'idea nostra non ha alcun substrato metafisico, ma risponde soltanto alla generalizzazione delle manifestazioni dell'esperienza. Ed, infatti, non distinguiamo due diversi lati di un terzo sconosciuto, ma consideriamo gli elementi, di cui studiamo la connessione, ritrovati dall'esperienza, sempre come gli *stessi*, sempre di una

Wirkung der räumliche Vertheilung des Lichtreizes auf die Netzhaut), nei *Sitztb. d. Wien. Akad.*, vol. 52. a. 1865. Di poi nell'*Archiv* (pag. 634, a. 1865) del Reichert e Dubois, e in *Linee fondamentali della teoria delle sensazioni di moto* (*Grundlinien der Lehre von den Bewegungsempfindungen*), pag. 63. Leipzig., 1875. Anche nel mio articolo nella *Ztschr. f. Philos.* del Fichte (vol. 46, pag. 5, a. 1865, ristampato nelle *Letture scientifiche popolari*, 2a ed. tedesca, Lipsia, 1897) era implicitamente contenuto questo principio fondamentale.

desima *natura* e, soltanto secondo il modo della
ro connessione, presentantisi ora come elementi
sichici, ora come elementi fisici (1). Mi si è obbiet-
ato: se tale parallelismo fra i fenomeni fisici e psi-
hici possa avere ancora un senso, o non sia piuttosto
ına semplice tautologia, dal momento che niuna so-
stanziale differenza si ammette fra tali fenomeni. Ma
questo deriva dal non aver bene intesa la mia opi-
nione. Ad esempio, se io vedo una foglia verde, tale
fenomeno è determinato da uno speciale processo del
cervello, eppure ogni foglia nella sua forma e nei suoi
colori è affatto diversa dalle forme e dai co-
lori, ecc., che io trovo nel cervello osservato, e quando
anche in sè tutte le forme ed i colori siano omogenei,
in sè non sono nè fisici, nè psicologici. Quando con-
sideriamo l'aspetto della foglia in relazione ad un
processo del cervello, abbiamo un fenomeno *psichico*,
quando questo processo del cervello lo esaminiamo in
rapporto a' suoi elementi, ci si presenta come un feno-

---

(1) Sulla questione del parallelismo ne' varî aspetti, confronta STUMPF, *Ansprache beim Psychologenkongress in München*, München, 1897; G. HEYMANS, *Zur Parallelismusfrage* (in *Ztschr. f. Psych. d. Sinnesorgane*, vol. XVII); O. KÜLPE, *Ueb. die Beziehung zwischen körperlichen und seelischen Vorgängen* (*Ztschr. f. Hypnotismus*, vol. VII); J. v. KRIES, *Ub. d. materiellen Grundlagen der Bewusteinserscheinungen*, Freiburg, i. B., 1898; C. HAUPTMANN, *Metaphysik in der Physiologie*, Dresden, 1893.

meno *fisico*. Il principio del parallelismo sta adunque nella dipendenza degli elementi del primo gruppo e che si presentano direttamente all'osservatore, dagli elementi del secondo gruppo, che si arrivano a distinguere per mezzo di ricerche fisiche e, non di rado, di molto complicate. Su ciò vedasi altresì quanto s'è detto a pagina 54.

§ 4.

Per meglio dichiarare il principio, qui esposto forse un po' troppo astrattamente, daremo alcuni esempi.

Dovunque e sempre io percepisco lo spazio se, per mezzo della vista o del tatto, od in qualsiasi altro modo, posso constatare, come esistente, un processo nervoso, analogo in tutti i casi.

Un analogo processo nervoso suppongo anche per le sensazioni di tempo.

Ad esempio, se io considero parecchi oggetti di uguali forme, ma di colore diverso, oltre le diverse sensazioni dei colori, io percepisco particolarmente uguali sensazioni di spazio con processi nervosi rispettivamente uguali; ma se le forme sono rassomiglianti in modo da dare soltanto parzialmente uguali sensazioni di spazio, anche i processi nervosi relativi contengono elementi solo in parte uguali. Due melodie diverse abbiano un ritmo uguale: in ambedue, accanto alla varia sensazione di tono, v'ha un'uguale

sensazione di tempo, cui rispondono uguali processi. Ora siano invece due melodie uguali con varia tonalità; le sensazioni di tono e le loro fisiologiche condizioni avranno elementi uguali, non ostante la diversità nell'altezza del tono. Così pei colori. Da poi che la varietà delle sensazioni di colori, apparentemente infinita, per l'analisi psicologica (autoosservazione) si può ridurre a sei elementi (sensazioni fondamentali), uguale semplificazione dovremmo esigere anche nel sistema de' processi nervosi. Infatti, dacchè il sistema delle sensazioni di spazio si riduce ad una triplice varietà, anche il sistema dei relativi processi nervosi si può rappresentare come tale.

§ 5.

Del resto, questo principio è più o meno noto ed è più o meno conseguentemente seguìto, ed Helmholtz stesso (1) ne dà una chiara conferma, quando stabilisce per ogni sensazione di suono uno speciale fascio di nervi coi relativi processi e scompone un suono in varie sensazioni di suono e ripone la consonanza dei suoni in un contenuto di sensazioni di suoni e di processi nervosi identici. Soltanto non se ne fece piena applicazione, come sarà accennato più avanti.

---

(1) HELMHOLTZ, *Die Lehre von den Tonempfindungen.* Braunschweig, Vieweg, 1863.

Brewster (1), fuorviato da un'imperfetta analisi psicologica delle sensazioni dei colori e da imperfetti esperimenti fisici (2), si lasciò trascinare all'opinione che alle tre sensazioni rosso, giallo, bleu corrispondano anche fisicamente soltanto tre sorta di raggi luminosi, sostenendo quindi esser falsa l'opinione espressa da Newton, che cioè vi sia un numero indeterminato di raggi luminosi con esponenti di rifrazioni continuamente graduali. Facilmente quindi Brewster potè cadere nell'errore di considerare il verde come una sensazione mista. Ma se egli avesse considerato, che sensazioni di colori possono succedere anche senza intervento della luce fisica, avrebbe limitato le sue conclusioni ai processi nervosi e non avrebbe intaccate le opinioni di Newton sulla fisica, le quali sono realmente fondate. Tale errore, almeno nelle sue linee principali, ha corretto

(1) Brewster, *A treatise on optics*. London, 1831. — Brewster crede che i raggi rosso, giallo, bleu si stendano su tutto lo spettro solare, distribuiti in varie intensità, sì che per gli occhi il rosso si presenta ad ambedue gli estremi (rosso e violetto), il giallo nel mezzo, il bleu alla estremità più rinfrangibile.

(2) Brewster crede che si possano alterare le sfumature dei colori semplici di Newton, dati dallo spettro mezzo dell'assorbimento, ciò che, se fosse vero, potrebbe realmente scuotere le opinioni di Newton. Egli, come aveva indicato Helmholtz (*Physiologische Optik*), fece le prove con uno spettro non puro.

Th. Young, il quale ha riconosciuto, che un numero indeterminato di specie di raggi luminosi con esponenti di rifrazione (e con lunghezza di ondulazioni) continuamente graduali si può benissimo accordare con uno stretto numero di sensazioni di colori e di processi nervosi, ed inoltre, che alla continuità degli esponenti di rifrazioni nel prisma (e delle sensazioni di spazio) corrisponde un discreto numero di sensazioni di colori. Ma anche Young non ha applicato questo nostro principio con piena coscienza e non ne ha dedotto rigorose conseguenze, senza pur dire ch'egli s'è lasciato fuorviare nelle ricerche psicologiche dai suoi pregiudizi della fisica. Anche Young accettò da prima il rosso, il giallo, il bleu come sensazioni fondamentali, che, più tardi, indotto da un errore fisico di Wollaston, come ha dimostrato Alfredo Mayer, di Hoboken, in un suo lavoro importante (1), ha sostituito col rosso, verde, violetto. Con

(1) *Philosophical Magazine*, p. III, february, 1876. — Wollaston osservò (nel 1802) le linee nere sullo spettro, dette poi di Fraunhofer, e credette di vedere diviso lo stretto *spectrum* da profondi linee in tre parti, rossa, verde, violetta, prendendo tali linee come limite dei colori. Young accettò tale opinione; però, in luogo delle sensazioni fondamentali, rosso, giallo, bleu, pose il rosso, il verde, il violetto. Pertanto in una prima dimostrazione Young considerò il verde come sensazione mista, ma in un'altra posteriore, lo considerò, insieme col violetto, come semplice. I resultati dubbi della ricerca psicologica potrebbero facilmente

quali vedute e con quale indirizzo sia da modificare la teoria delle sensazioni dei colori, che già dal Hering ha avuto un alto grado di sviluppo, già da parecchi anni, ho dichiarato in altri lavori.

---

far togliere fede alla loro possibilità d'applicazione: ma non dobbiamo dimenticare che si può cadere in errore nell'applicazione di qualsiasi principio. La prratica deve qui decidere. L'analisi psicologica altresì è resa difficile anche dal fatto, che le condizioni fisiche della sensazione danno sempre sensazioni miste, e gli elementi difficilmente si possono segregare nella sensazione. Così, ad esempio, il verde è una sensazione semplice. Un pigmento verde od il colore di uno spettro verde, messoci dinanzi dà quasi sempre una sensazione di verde complicata con una sensazione di giallo o bleu, e con ciò vieppiù si rafforzano le opinioni errate (riguardo ai fenomeni misti dei pigmenti), che la sensazione del verde derivi dalla mescolanza di giallo e bleu. Però non è da trascurarsi l'attento studio fisico nell'analisi psicologica: e, d'altra parte, non bisogna dar eccessiva importanza e prevalenza alle esperienze fisiche. La semplice esperienza, che un pigmento, mescolato di giallo e bleu, dà il verde, da sola non ci può determinare a considerare nel verde solo il giallo ed il bleu, se l'uno o l'altro non vi sia realmente contenuto. Anche nel bianco non si vede il giallo, il bleu, sebbene la mescolanza del giallo e del bleu diano in realtà il bianco.

§ 6.

Per ora mi contento di esporre brevemente soltanto quello che, fino ad oggi, si può dire sulla teoria delle sensazioni di colori. In lavori recenti m'è venuto fatto di notare frequentemente l'affermazione, che le sei sensazioni fondamentali dei colori, accettate dal Hering, cioè bianco, nero, rosso, verde, giallo, bleu, erano già state notate prima da Leonardo da Vinci, di poi dal Mach e dall'Aubert. Che l'affermazione, per quel che riguarda il Da Vinci, fosse errata, già *a priori* mi si presentava molto verisimile, considerando le opinioni del suo tempo. Infatti ascoltiamo quello che dice egli stesso nel suo libro: *Della pittura* (1), a pag. 141-142: « I colori semplici sono sei. De' semplici il primo è il bianco, benchè i filosofi non accettino nè il bianco, nè il nero nel numero dei colori, perchè l'uno è causa dei colori, l'altro è privazione. Ma poichè il pittore non può far senza questi, noi li metteremo nel numero degli altri e diremo il bianco in quest'ordine essere il primo nei semplici, il giallo il secondo, il verde il terzo, l'azzurro il quarto, il rosso il quinto, il nero il sesto: ed il bianco

(1) LIONARDO DA VINCI, *Trattato della pittura*, ecc. Roma, De Romanis, 1817. Ne ha data una traduzione in tedesco HEINRICH LUDWIG, *Quellenscriften zur Kunstgeschichte*, vol. 18°. Wien, Braumüller, 1882.

metteremo per la luce, senza la quale nessun colore veder si può, ed il giallo per la terra, il verde per l'acqua, l'azzurro per l'aria, ed il rosso per il fuoco, ed il nero per le tenebre che stan sopra l'elemento del fuoco, perchè non v'è materia o grossezza più solida dove i raggi del sole abbiano a penetrare e percuotere e per conseguenza illuminare ».

« L'azzurro ed il verde non è per sè semplice, perchè l'azzurro è composto di luce e di tenebre, come è quello dell'aria, cioè nero perfettissimo e bianco candidissimo ».

« Il verde è composto d'un semplice e d'un composto, cioè si compone d'azzurro e di giallo ».

Questo basti per dimostrare, che in Leonardo da Vinci si tratta in parte di osservazioni sui *pigmenti*, in parte di considerazioni filosofico-naturali, ma non già delle *sensazioni dei colori fondamentali.*

Le molto mirabili e fini osservazioni di scienza naturale d'ogni genere, che troviamo nel libro di Leonardo, ci fanno ben convincere, che gli artisti, ed egli in particolare, furono veri precursori dei grandi investigatori della natura, venuti in appresso. Essi volevano conoscere la natura solo per loro intimo compiacimento: soltanto per loro diletto osservavano la natura e per diletto degli altri. Però Leonardo, in realtà, non ha fatto tutte quelle scoperte che a lui, ad esempio, attribuisce il Groth (1).

(1) Groth, *Leonardo da Vinci als Ingenieur und Philosoph,* Berlin, 1874.

Soltanto osservazioni occasionali io dichiarai pienamente riguardo alla teoria delle sensazioni dei colori. Io ammisi, come sensazioni fondamentali, il bianco, il nero, il rosso, il giallo, il verde, il bleu, e, corrispondentemente a questi, sei diversi (chimici) processi (non fasci di nervi) sulla retina (Cfr. l'*Archiv* del Reichert e Dubois, pag. 633 e seg., 1865).

Anch'io, naturalmente, come ogni fisico, conoscevo ed avevo famigliare la relazione dei colori complementari; ma io imaginavo, che ambedue i processi complementari dessero insieme un nuovo processo, il bianco (op. cit., pag. 634); ma or debbo riconoscere, con mio sommo compiacimento, i pregi grandi della teoria di Hering, cui io m'attengo in seguito.

Anzitutto, il processo del nero è considerato come una *reazione* al bianco. E tanto più io pregio la luce, apportata da tale teoria, dacchè parmi che appunto la relazione fra il nero ed il bianco presenti la difficoltà maggiore. Inoltre rosso e verde, giallo e bleu sono considerati come processi antagonistici, i quali non danno un nuovo processo, ma si annullano vicendevolmente. Il bianco, pertanto, non è un resultato, ma è già preesistente e rimane anche dopo la soppressione di un colore per il colore complementare. Quello che ancora non mi ha convinto, nella teoria del Hering, è che non si spiega punto perchè ambedue i processi, contrarî fra loro, del nero e del bianco compariscano e si percepiscano insieme, mentre ciò non è possibile per il rosso ed il verde,

per il bleu ed il giallo. Ma tale pensiero ora è in parte tolto dalle dichiarazioni di Hering nel suo lavoro sulla teoria del senso della luce (1).

§ 7.

Gli esempi accennati possono bastare a dichiarare quale sia il nostro principio fondamentale nella ricerca, e, ad un tempo, a dimostrare che questo principio non è affatto nuovo. Quando, anni fa, io formulai

(1) *Zur Lehre vom Lichtsinne*, pag. 122. Wien, 1878. Cfr. anche la mia dissertazione, citata più sopra, nelli *Sitzungsberichte d. Wiener Akad.*, v. 52, a. 1865, ottobre. « Nelle mie *Grundlinien der Lehre von den Bewegungsempfindungen* ho dimostrato che vi sono delle sensazioni le quali si comportano, l'una riguardo all'altra, come delle grandezze positive e negative, ed altre sensazioni per le quali non esiste punto una tale relazione. Il dott. W. Pauli (*Der kolloidale Zustand und die Vorgänge in der lebendigen Substanz,* Braunschweig, 1892) ha osservato dei processi chimici, di cui l'uno è annullato dall'altro; ma qualcuno di questi processi è di tal sorta che l'uno batte la stessa via dell'altro, però solo in senso inverso (omodromi), mentre altri si distruggono anche seguendo vie diverse (eterodromi). Questa scoperta ha tolto il resto dei dubbi sulla differenza della relazione del bianco col nero da un lato e del rosso col verde, del giallo col bleu dall'altro ».
(*Agg. dell'A.*).

questo principio, io aveva l'intenzione soltanto di manifestare chiaramente un sentimento, quasi istintivamente da lungo tempo provato. Mi pare infatti un'idea semplice, naturale, vorrei dire, evidente, che la somiglianza, l'affinità consista in una parziale uguaglianza, in una parziale identità, e che in sensazioni simili si debbano ricercare elementi di sensazioni comuni ed identici, e comuni processi fisiologici a questi corrispondenti. Però non voglio lasciar dubbio il lettore, se tale opinione in niun modo può godere del consenso generale: ed invero, negli scritti filosofici, spesso, si trova espressa l'affermazione, che una somiglianza possa essere percepita e constatata anche senza che ci si fermi in particolare sugli elementi identici. A proposito del principio, sopra esposto, così si esprime il Kries (1), un fisiologo: « Pertanto l'applicazione di un tale principio ai problemi sopra accennati trascina [*il Mach*] direttamente a trattare dell'elemento fisiologico, che risponde a quelle qualità richieste. Ora mi pare che, fra tutti gli assiomi ed i principî, niuno, più di questo, può essere soggetto maggiormente ad interpretazioni false. Se non fosse altro che una dichiarazione, in altre parole, del così detto principio del parallelismo, non avrebbe valore nè come nuovo, nè particolarmente sarebbe utile, e non avrebbe pregio il merito, che pur ha

(1) J. v. Kries, *Ueb. die materiellen Grundlagen der Bewusstseinserscheinungen,* Freiburg i. B., 1898.

in sè. Che se, di rincontro, egli affermasse che a tutto
ciò, che noi consideriamo, psicologicamente, come
qualche cosa di coerente, ad ogni relazione, ad ogni
forma, in una parola a tutto ciò che possiamo determi-
nare con una rappresentazione generale, debba corri-
spondere un elemento determinato, un elemento del
processo fisiologico, allora sì, io credo, lo si potrebbe
ritenere come un formulario pericoloso e che può
facilmente condurre in errore ». Certamente in que-
st'ultimo senso « pericoloso e che può facilmente con-
durre in errore » voglio che sia inteso il mio prin-
cipio », sempre però con la riserva fatta a pag. 74.
Ora io debbo lasciare affatto libera scelta al lettore,
cioè, se egli mi vorrà seguire avanti e procedere nel
principio della ricerca, chiaramente determi-
nata da quel principio, oppure se egli, stando all'au-
torità degli oppositori, vorrà rivolgersi sui suoi passi
e contentarsi della speculazione delle difficoltà, sopra
accennate. Ma nel primo caso, siccome io spero, pro-
verà che, dopo aver esaminati i casi più semplici,
passando a casi più difficili e più riposti di affinità
astratta, non ricompariranno più le difficoltà sotto
aspetto così spaventoso e scoraggiante, come appari-
vano prima. Soltanto debbo aggiungere che, in tali
casi più complicati di affinità, questa non consiste
in un *elemento* comune, ma in un *sistema* co-
mune di elementi, come spesse volte ho dichiarato
parlando del pensare riguardo ai concetti (Cfr. il
penultimo capitolo).

§ 8.

Dal momento che noi non ammettiamo alcuna peculiare discrepanza fra il fenomeno fisico ed il fenomeno psichico, si intende che allo studio degli organi sensorî possiamo applicare tanto le esperienze fisiche in generale, quanto le biologiche in particolare. E quello che ci potrebbe riuscire difficile ad intendere, quando ammettiamo l'organo sensorio come qualche cosa di parallelo ad un apparato fisico, in cui agisca l'« anima », riesce chiaro alla luce della teoria dell'evoluzione, ammettendo di studiare un organismo vivente con memoria speciale, con speciali abitudini ed usanze, che ripetono la loro origine da una lunga e fortunosa storia di razza. Gli organi sensorî, essi pure sono parte dell'anima, essi pure contribuiscono ad una parte del lavoro psichico, e consegnano, per così dire, tosto il prodotto alla coscienza.

In breve dichiarerò ora quel che debbo dire a tale proposito.

§ 9.

Il pensiero di applicare la teoria dell'evoluzione alla fisiologia e particolarmente alla fisiologia dei sensi balenò, già prima di Darwin, allo Spencer (1855). Tale idea ebbe un grande impulso dal libro di Darwin:

Sulla manifestazione delle emozioni; più tardi lo Schuster ha mossa la questione: se vi siano « rappresentazioni ereditarie » nel senso darwiniano. Anch'io (nei *Sitzungsberichte der Vien. Akad.*, ottobre, 1866) mi sono schierato fra coloro che ammettono l'applicazione della teoria evoluzionistica alla teoria degli organi sensorî. Una delle più chiare e belle dimostrazioni dell'applicazione dell'evoluzionismo ai fenomeni psico-fisiologici si ha nell'orazione inaugurale del Hering (1). Memoria ed ereditarietà, se ben osserviamo, si fondono nel fatto che organismi, che erano parti del corpo de' genitori, *emigrano* e danno alla lor volta origine a nuovi individui. In tal modo riesce chiaro il concetto della ereditarietà, come, ad esempio, il fatto che gli Americani parlano in inglese e che le lore forme politiche hanno per molti rispetti una grande affinità con quelle inglesi, ecc. Evidentemente con ciò non si tocca, anzi continua a sussistere (cfr. capp. V, XI) il problema che ne deriva, cioè se gli organismi abbiano una ritentiva, che sembri mancare nella materia inorganica. Che se si vuol criticare con serena imparzialità la dimostrazione del Hering, conviene considerare, ch'egli prende la parola « memoria » in un più largo significato. Egli ha riconosciuto il legame, che unisce le traccie più profonde, impresse negli organismi dalla

(1) *Ueber das Gedächtniss als eine allgemeine Function der organisirten Materie,* 1870.

storia della razza, e le impressioni più labili, lasciate dalla vita dell'individuo. Egli considera se il rinnovarsi, ad una leggiera causa, di un processo, una volta eseguito, come naturalmente il fenomeno stesso, possa o no essere rinchiuso nella stretta cerchia della nostra conoscenza. Pertanto, quando riusciremo in una numerosa serie di manifestazioni a riconoscere una traccia comune, avremo guadagnato un bel tratto, anche se la traccia fondamentale stessa ci rimarrà ancora oscura.

Non ha guari, Weismann (1) ha considerato anche la morte come un fenomeno dell'evoluzione. Anche il suo libro ha una chiara importanza; e la difficoltà, che vi si nota, sulla trasformazione di una qualità, che può essere di essenziale valore nell'organismo generatore, dopo che il processo di evoluzione è già compiuto, sta soltanto nell'espressione, e si dilegua, quando consideriamo, che la potenzialità d'aumento delle cellule del corpo aumenta a scapito dell'aumento delle cellule germinative, siccome pensa Weismann. Per ciò si può dire che *la più lunga durata della vita del complesso cellulare e la decrescente propagazione siano due fenomeni di adattamento, vicendevolmente determinantisi.*

Io mi ricordo ancora la vivace impressione provata quando, studente ancor di ginnasio, udii una volta che le piante dell'emisfero australe fioriscono presso

---

(1) Weismann, *Ueber die Dauer des Lebens*, 1882.

di noi nel tempo stesso nel quale cade la primavera nel loro paese originario. Gli è giusto pertanto pensare davvero ad una specie di ritentiva delle piante, quand'anche la periodicità dei fenomeni vitali deve essere il fatto principale.

I così detti *moti riflessi* negli animali ci fanno naturalmente pensare ad una specie di ritentiva estrinseca all'organo della conoscenza. Uno dei più curiosi fenomeni di tal genere osservai (nel 1864, se non erro) a Rollett, in colombi privati del cervello. Questi animali solevano bere ogni qualvolta erano tuffati coi piedi in un liquido freddo, fosse acqua, o mercurio, od acido solforico. Ora, considerando che generalmente un uccello, che voglia dissetarsi, si mette in condizioni tali da aver i piedi in sostanze liquide, spontaneamente troviamo la spiegazione chiara, che in quel fenomeno si deve riconoscere l'abitudine determinata, secondo un fine, dal genere di vita e raffermata dall'eredità, e che, con la precisione di una molla d'orologio, scatta quando sia toccato dallo stimolo corrispondente, anche senza intervento della coscienza. In un suo mirabile libro (1) e, di poi, in altri scritti Goltz, ha descritto molti fenomeni di simil genere.

Dacchè mi si offre l'occasione, voglio or esporre alcune osservazioni e considerazioni, che mi ritornano sempre con piacere alla mente ed all'animo. Nelle

---

(1) GOLTZ, *Die Nervencentren des Frosches*, 1869.

vacanze autunnali del 1873 un mio figlioletto mi portò un passero, nato da pochi giorni, che era caduto dal nido e tentava di ritornarvi. Il fatto non era punto semplice. Ora se l'animaluccio non si fosse potuto decidere ad inghiottire il cibo, avrebbe dovuto soccombere all'inevitabile prova d'essere nutrito per forza. Feci questa considerazione: Un neonato, sia o no esatta la teoria darwiniana, certamente morirebbe, se non avesse in sè preparati gli organi e sviluppato l'istinto di succhiare, il che agisce affatto automaticamente e meccanicamente per uno stimolo adatto; or bene, qualche cosa di simile, pur in altra forma, si deve ritrovare nell'uccello. — E mi sforzavo di ritrovare lo stimolo conveniente. Infilzai un piccolo insetto sulla punta d'un ago e lo feci girare in tal modo velocemente intorno al capo dell'uccellino: questo tosto aperse il becco, impigliò con l'ali la preda e avidamente la inghiottì. Io aveva adunque trovato il vero stimolo per eccitare l'istinto ed il moto automatico. L'animale, a vista d'occhio, crebbe e si rafforzò; cominciò ad aprire la bocca per prendere il cibo, una volta afferrò anche un insetto caduto per caso sulla tavola dall'ago e se lo mangiò di per sè senza indugio. A mano a mano che l'intelletto, la memoria si svilupparono, era di bisogno sempre minor eccitamento dello stimolo. L'animale, cresciuto indipendentemente, a poco a poco, andava assumendo tutte le maniere caratteristiche dei passeri, che esso non aveva imparato apposta. Dopo che

si sviluppò l'intelletto, di giorno era famigliare, socievole, ma di sera regolarmente si notavano in lui altri fenomeni. Diventava pauroso, cercava sempre il luogo più alto della stanza, impedendogli il soffitto di montar più su, ed ivi dormiva. Ecco un altro istinto ereditato e determinato da un fine! Quando cominciava a calar l'oscurità, l'uccellino non pareva più quello: quando gli s'avvicinava qualcuno, arruffava le penne, soffriva, mostrando l'aspetto di chi ha paura, e particolarmente la paura degli spiriti. Anche questa è affatto riposta ed accomodata ad un essere che, in normali relazioni, si trovi innanzi, ad ogni sguardo, un mostro.

Quest'ultima osservazione raffermò in me l'opinione, già prima formatami, che la paura degli spettri, ne' miei figlioletti, non risalisse alle favole della balia (dalle quali m'era dato cura diligente di tenerli lontani), ma fosse loro *innata*. Un de' miei bambini cominciò per caso a sfuggire il seggiolone, quando si trovava nell'oscurità; un altro ad evitare di sera, con gran cura, la cesta del carbone che stava presso la stufa, specialmente se fosse col coperchio alzato, rassomigliando in tal modo ad una bocca aperta. La paura degli spettri è la madre naturale delle religioni. Nè l'analisi delle scienze naturali, nè la diligente storia critica di un D. Strauss sui miti, che l'intelletto, sviluppato poi di per sè, rifiuta, possono ad un tratto togliere e rimuovere questi fatti, prima che di per sè si manifestino vani. Finchè ciò

corrispose ed in parte corrisponde ad un reale bisogno economico (terrore del male, speranza del meglio), si perpetua ancor lungamente una serie oscura ed incontrollabile di pensieri istintivi. Come gli uccelli (secondo Darwin) di isole disabitate debbono apprendere il terrore per l'uomo in seguito a parecchie generazioni, così noi dimenticheremo il vano « terrore » solo dopo molte generazioni. Ogni rappresentazione di Faust ci può ammaestrare come in noi facilmente siano ancora i modi di pensare e di vedere dell'età favolose. Più utile del terrore per l'ignoto è, per l'uomo, la sicura conoscenza della natura, delle comodità della vita, e per ciò egli è importantissimo star in guardia de' nostri simili, che ci vorrebbero dirigere rozzamente e perfidamente abusare dell'errore del nostro sapere e della nostra coscienza. — Mi piace qui riferire altresì una speciale osservazione di cui vado debitore a mio padre, possidente negli ultimi tempi in Carniola, ed entusiasta darwiniano. Mio padre, che s'era occupato molto di sericoltura, volle portare Yama Mai allo stadio libero nel bosco. Il comune baco da seta *Morus* è da molti secoli un animale domestico e perciò è divenuto altamente goffo e schiavo. Venuto il tempo di fare il bozzolo, fu preparato il bosco, dove si potessero i bachi trasformare in crisalide. Ora accadde un giorno che mio padre non potè preparare il solito bosco per un gruppo di bachi *Morus*. La conseguenza fu che la maggior parte dei bachi morì, e,

soltanto un piccolo numero, i *genî* (che avevano la maggior attitudine all'adattamento), fecero il bozzolo. Se, come crede d'aver osservato mia sorella, l'esperienza di una generazione già si faccia sentire nella generazione successiva, deve essere ancor più largamente studiato. Dalle esperienze fatte da C. Lloyd Morgan (*Comparative psychologie*, London, 1894) su giovani pulcini ed anatrini, ecc., risulta che, almeno negli animali più elevati nella scala zoologica, difficilmente si può riconoscere qualche cosa di diverso dai fenomeni riflessi. Il pulcino, appena uscito dall'uovo, becca con sicurezza tutto ciò che vede: ma ciò che gli conviene beccare, l'apprende per propria esperienza. Pertanto, quanto maggior parte convien dare all'organismo, altrettanto più ristretta converrà riserbarne alla memoria individuale.— Però da tutti questi fenomeni meravigliosi non dobbiamo lasciarci trascinare al misticismo dell'inconscio *(Mystik des Unbewussten)*. Ben si comprende la memoria che persiste oltre l'individuo (però nel senso più largamente sopra indicato). Una psicologia, nel senso di Spencer e Darwin, fondata sulla teoria dell'evoluzione, ma sostenuta dalle particolari ricerche positive, promette maggior risultato che non tutte le altre speculazioni, fino ad ora escogitate. — Le mie osservazioni e le mie considerazioni erano già formate e scritte molto tempo prima che si pubblicasse l'importante lavoro dello Schneider (*Der thierische Wille*, Leipzig, 1880), dove se ne trovano molte di si-

mili. Alla trattazione dei particolari, presentati dallo Schneider, fino a che non furono resi problematici dalle esperienze di Lloyd Morgan, io dovevo aderire, sebbene fossero naturalmente diversi dai miei i suoi criteri fondamentali nello studio delle scienze naturali (quello, ad esempio, sulla relazione delle sensazioni e dei processi fisici, la dimostrazione della conservazione della specie, ecc.), e sebbene io ritenessi affatto inutile anche la distinzione fra *istinto di sensazione* e di *percezione*. Un' importante trasformazione nelle mie idee sulla evoluzione apportò il libro del Weismann: *Sulla evoluzione* (*Ueber die Vererbung*, Jena, 1883). Weismann crede affatto inverisimile, che l'evoluzione derivi dall'uso di qualità acquisite, e ne ripone il momento importante nelle variazioni occasionali delle facoltà generative e della spartizione delle facoltà generative.

Ci si potrebbe opporre anche alle opinioni del Weismann; e certamente la discussione, che ne risulterebbe, servirebbe solo a sempre meglio dichiarare la questione; ma il rigore matematico e la profondità nella trattazione del problema non si possono affatto disconoscere e non si può negare il vero valore a' suoi argomenti. Dà molto a pensare, ad esempio, l'osservazione, che le forme delle formiche neutre, forme affatto speciali, strane e chiaramente accomodate all'uso ed all'adattamento e per le quali queste formiche differiscono cotanto dalle altre formiche, atte alla riproduzione, non possono riconoscersi come

effetto di una evoluzione, sviluppatasi per l'uso di proprietà acquisite. Che le facoltà generative possano modificarsi per influenze esterne, riesce chiaro dalla formazione di nuove razze, le quali vengano considerate come tali, evolvendo la loro peculiarità di razza, e non si possono ricondurre di nuovo sotto altre circostanze se non ad una trasformazione. Sul protoplasma (come nota anche il Weismann) può influire anche il corpo stesso, che lo racchiude. Con ciò non è da escludere un'influenza della vita individuale sui successori, se anche non può essere richiesto un diretto trapasso del risultato della pratica d'un individuo ai suoi discendenti, secondo la dichiarazione del Weismann. Se anche si potesse dimostrare, che le facoltà generative variano occasionalmente, bisogna pensare, che il caso non è principio di azione. Se circostanze periodiche giustamente efficaci, di varia specie e periodicità, succedono, esse si sovrappongono in modo che nessuna legge si può più riscontrare nei particolari. Pertanto si estrinseca la legge in un tempo più largo e ci permette di tener conto di determinate medie nelle probabilità degli effetti (1). Senza un tal principio d'azione, la probabilità, il caso non hanno alcun senso. Ma qual principio di azione può avere maggior influenza

(1) *Letture sulla psico-fisica* (*Vorlesungen ü. Psychophysik*), nella *Ztschr. f. prakt. Heilkunde,* pagg. 148, 168 9, Wien, 1863.

sulla variazione dell'elemento generativo che non il corpo dei genitori? Io, per me, non mi posso imaginare, come la specie possa soggiacere all'influsso di circostanze modificanti senza che se ne possa riscontrare traccia nell'individuo; ma le mie particolari variazioni m'appariscono chiaramente determinate per ogni pensiero, ogni ricordo, ogni esperienza che muti tutto il mio stato fisico (1).

§ 10.

Come mezzo d'aiuto nella ricerca, in niun modo abbiamo da evitare anche trattazioni teleologiche. Certamente, non intendiamo per questo di ricorrere ad uno « scopo del mondo », sconosciuto esso stesso e problematico, nè allo scopo, molto problematico pur esso, di un dato genere di vita; ma anche solo la questione: quale importanza possa avere una funzione o l'altra sullo sviluppo reale dell'organismo, ed in che contribuisca alla sua conservazione, può renderci facile la conoscenza di questa funzione (2).

---

(1) *Letture scientifico-popolari*, 2ª ed. ted., pag. 248 e seg. Leipzig, 1898.

(2) Tali considerazioni teleologiche mi sono state spesso utili e m'hanno giovato a rischiarare de' fatti. Ad esempio, l'osservazione, che un obbietto, visibile sotto luce di varia intensità, solo allora può essere riconosciuto, come lo stesso

Naturalmente non dobbiamo per questo credere, come hanno fatto alcuni Darwiniani, di aver « meccanicamente spiegata » una funzione, dacchè abbiamo

---

quando la sensazione derivante dipende dalla relazione di intensità della luce dell'obbietto e dell'ambiente, rende chiara ed intelligibile tutta una serie di proprietà organiche degli occhi. S'intende per questa stessa considerazione anche come l'organismo si adatti nell'interesse della propria conservazione alla successione accennata e si possa perciò accomodare a percepire le relazioni d'intensità della luce. La così detta legge di Weber e la formula fondamentale psico-fisica del Fechner appariscono, pertanto, non come qualche cosa di fondamentale, ma come un palese fenomeno di adattamento organico. Naturalmente con ciò si spera di giungere alla generalizzazione di questa legge. Dichiarazioni relative ho dato in varie dissertazioni (nei *Sitzungsb. d. Wien. Ak.*, 52, a. 1865; *ibidem*, 57, a. 1868; *Vierteljahrschaft f. Psychiatrie*, Neuwied e Leipzig, 1868). Nella penultima dissertazione ricordata abbandonai la *formula di misura* del Fechner (la legge logaritmica) nello studio del parallelismo fra fenomeni fisici e psichici, e, come m'apparve allora, nella proporzionalità fra stimolo e sensazione, ed accettai un'altra opinione sulla *formula fondamentale*, la cui validità non ho combattuta per le sensazioni di luce. Ciò senza dubbio proviene dallo sviluppo stesso, risultante matematicamente. Non si può dire pertanto, come ha fatto il Hering, che io dovunque ricorro alla legge psico-fisica, in quanto che, con questa, s'intende la formula di misura. Come avrei potuto determinare ad un tempo con la dipendenza logarit-

riconosciuto ch'essa è necessaria al sussistere della specie. Darwin stesso non cadde in questa esagerazione: egli aveva viste più larghe. Ricercare per quali mezzi fisici si sviluppi la funzione, è un problema fisico, e come e perchè si possano adattare, è un problema psicologico. La conservazione della specie è sovratutto soltanto uno dei punti d'appoggio realmente importanti nella ricerca, ma non è certamente nè l'ultimo, nè il più importante. Delle specie realmente già si sono perdute, e delle nuove, senza dubbio, ora ne sussistono nello stesso modo, con la stessa vicenda. Il volere, che cerca il piacere e rifugge dal dolore (1), può ben passare oltre la sola conservazione della specie. Esso mantiene la specie, finchè ha un valore; esso la fa perdere, se l'esistenza sua non ha più ragion

mica anche la proporzionalità fra stimolo e sensazione? A me bastava dichiarare la mia idea per combattere a fondo quella del Fechner, ma non avevo bisogno di estendermi di più. Certamente, dichiarai non appropriato il termine « proporzionalità », giacchè non si può ancor parlare di una misura speciale delle sensazioni, ma in gran parte solo di una particolare caratterizzazione ed inventario loro per mezzo di numeri. Cfr. quello che ho detto nei *Principî della teoria del calorico* (*Principien der Wärmelehre*), pag. 56, sulla dichiarazione dei gradi di calore.

(1) Si può benissimo accettare il pensiero dello Schopenhauer sulla identità del volere e della forza, senza vedere in ambedue nulla di metafisico.

d'essere. Se esso badasse *soltanto* alla conservazione della specie, esso si muoverebbe senza scopo in un circolo vizioso, ingannando sè stesso e tutti gli individui; verrebbe, nel campo della biologia, a far riscontro al « *perpetuum mobile* », ormai screditato nel campo della fisica. A questo errore soggiacciono quelli uomini di Stato che considerano lo Stato come scopo a sè stesso.

CAPITOLO V.

FISICA E BIOLOGIA. CAUSALITÀ E TELEOLOGIA

§ 1.

Spesso avviene che scienze di natura diversa per lungo tempo si sviluppino l'una accanto all'altra, senza che l'una eserciti influenza sull'altra; ma se un'occasione qualsiasi le mette per poco a contatto, ecco che le teorie dell'una apportano inaspettata luce all'altra. Quindi si mostra allora il naturale desiderio di trasferire nel campo dell'una tutto ciò che appartiene all' altra (1). Ma alle prime speranze, al favore accordato a questa relazione, che, per quanto si presume, tutto dichiara, succede ben presto un periodo di delusione: i campi diversi sembrano sepa-

(1) Cfr. W. Pauli, *Physikalisch- chemische Methoden in der Medecin,* Wien, 1900. Ivi è trattata una simile questione strettamente determinata.

rarsi ancora profondamente, ed ognuno mira al proprio fine; si pone questioni particolari; applica i propri metodi speciali. Ma ogni tale contatto momentaneo lascia però traccie permanenti. Oltre i positivi acquisti della scienza, che non sono punto da disprezzarsi, ad una momentanea relazione fra i campi diversi, suole, di poi, seguire un cambiamento anche nelle idee, sì che queste vengono illustrate ed applicabili anche fuori del campo della scienza che le ha generate.

§ 2.

Noi ci troviamo ora per l'appunto in un tal periodo di svariate relazioni, e molti importanti fenomeni ci presenta la fermentazione delle idee, già sviluppatasi. Infatti, taluni fisici si sforzano di sceverare le idee fisiche con l'aiuto della psicologia, della logica, della matematica; si trovano altri fisici, turbati da questo movimento, i quali si schierano, considerandole nel rispetto filosofico, come i filosofi, le vecchie idee metafisiche, da questi già più volte abbandonate. Filosofi, psicologi, biologi e chimici applicano il concetto dell'energia ed altri concetti fisici in così libero modo, e su così larga scala, che non lo fanno, si può dire, quasi, i fisici nel loro campo speciale. Si potrebbe quasi dire, che siansi permutate le parti comuni delle varie discipline. Se ora questo movimento ha avuto un successo in parte positivo, in parte nega-

tivo, ad ogni modo ne risulta una più sicura determinazione delle idee, una più certa delimitazione del suo campo d'applicazione, una più chiara rappresentazione della varietà ed affinità dei suddetti campi scientifici.

§ 3.

Or dobbiamo qui trattare delle relazioni fra il campo della fisica e della biologia nel più largo senso. Già Aristotele distingueva *cause efficienti* e *cause finali* o scopi. Era pertanto stabilito, che i fenomeni, appartenenti alla fisica, fossero determinati soltanto da cause efficienti; quelli, appartenenti alla biologia, anche da cause finali, da scopi. Ad esempio: l'accceleramento nel movimento d'un corpo è determinato soltanto da cause efficienti, da circostanze momentanee, la presenza di altri gravi elettrici o magnetici; invece lo sviluppo d'accrescimento in una pianta, in un animale non possiamo farlo derivare soltanto dalle cause efficienti; mentre ci riesce intelligibile, almeno in parte, considerando lo scopo dell'autoconservazione sotto queste speciali circostanze di vita. Che se tali teoretiche considerazioni, contro l'applicazione dell'idea di scopo, si potessero mantenere nella biologia, certamente, sarebbe ingiusto trascurare in un campo, dove le considerazioni « causali » danno ancor così incomplete dichiarazioni, i fili conduttori, offerti dalle considerazioni di scopo. Io non

so donde il baco di una falena abbia appreso e da che sia stato costretto a fare un bozzolo con una specie di valvola di setola, aprentesi al di fuori; ma io osservo, che un bozzolo di tal genere corrisponde appunto allo scopo della conservazione della vita. Io però sono ben lungi dall'intendere, come causali, i molti e meravigliosi fenomeni di sviluppo e delle azioni istintive negli animali, descritte e studiate già da Reimarus ed Autenrieth: le intendo invece secondo lo scopo della conservazione della vita, e sotto le loro particolari condizioni di vita. Quelle manifestazioni attirano la nostra attenzione, e si immedesimano con l'imagine, che ci formiamo della vita animale, come elemento indissolubile, che si forma da prima in un tutto peculiare e atto a coordinare. Battendo questa via, Reimarus ed Autenrieth hanno già riconosciuto l'affinità fra i fenomeni di coescenza ed i fenomeni dell'istinto; la quale affinità fu di poi più chiaramente illustrata e dichiarata, specialmente per le ricerche fisiologiche sulle piante del Sachs ed i lavori di fisiologia animale del Loeb sul geotropismo, eliotropismo, stereotropismo. Si cominciò quindi a dichiararli anche « causali ».

Come era utile per la ricerca biologica l'idea di scopo, così nessuna questione si può muovere contro alla testimonianza della storia. Basta pensare alle ricerche di Keplero sull'occhio. L'esistenza dell'accomodazione, per lui, era per lo scopo di vedere le cose chiaramente a varie distanze; ma soltanto negli ul-

timi due secoli e mezzo furono chiaramente spiegati i fenomeni determinanti l'accomodazione. Harwey scoperse il moto del sangue, e con ciò egli volle spiegare lo scopo problematico dell'officio delle valvole del cuore e delle vene.

§ 4.

Se un campo di fenomeni fosse anche pienamente spiegato con la teoria teleologica, rimarrebbe sempre la necessità di intenderlo secondo l'intendimento « causale ». Non si può pensare ad una natura affatto varia in ambedue i campi considerati, de' quali uno si debba ritenere soltanto causale, l'altro specialmente e soltanto teleologico.

Il complesso fisico dei fatti è semplice, ed, in molti casi, per mezzo dell'esperimento, si può riconoscere così semplice, che diventano palesi le relazioni immediate. Se noi, per la pratica sufficiente in tale ordine di fatti, ci siamo formato il concetto B del genere di tale relazione, sì che noi lo *riteniamo affatto corrispondente* ai fatti, possiamo aspettarci, di logica necessità, che anche ogni fatto particolare, che avvenga, debba corrispondere al concetto B. Ma in tal caso non v'ha alcuna necessità naturale (1); quest'è l'intendimento « causale ». Il complesso bio-

(1) *Principî della teoria del calorico* (*Principien der Wärmelehre,* cit.), 2a ed., pagg. 434, 457. Lipsia, 1900.

logico dei fatti è, per ora, così connesso che non si possono considerare ad un tratto le immediate relazioni. Però ci contentiamo di far notare come coordinate nel complesso dei fatti le parti notevoli, non immediatamente connesse.

Quando la mente, addestrata e solita alle più semplici relazioni di causa, si trova dinanzi a nuove difficoltà, mancando ad un tratto gli anelli di congiunzione nella serie dei fatti, può battere due vie: o tenta di togliere le difficoltà, ingegnandosi, come può, a ricostruire, per così dire, questi anelli; o corre all'ipotesi di un nuovo genere di connessione. Però quest'ultimo caso è inutile, quando noi consideriamo che le nostre conoscenze sono imperfette e provvisorie, e pensiamo, che, nella fisica, sogliono capitare casi affatto analoghi. Anche gli antichi investigatori non facevano così decisa divisione fra i due campi. Aristotele, ad esempio, lascia che i corpi pesanti cerchino il loro posto; Erone credeva, che la natura abbia a portare la luce nel più breve tempo e per la via più corta, per il rispetto economico. Questi ricercatori non fanno differenza decisa fra fenomeno fisico e biologico. Per un piccolo rivolgimento del pensiero, ogni questione teleologica si può formulare in modo che *ogni concetto di scopo affatto rimane da parte.*

L'occhio distingue chiaramente a varie distanze; il suo apparato diottrico dev'essere adunque mutabile; ma di qual genere è la deformazione?

Le valvole del cuore e delle vene si aprono tutte nello stesso senso: date tali circostanze, è possibile soltanto il movimento del sangue in una direzione. Ma è vero poi questo? La teoria moderna dell'evoluzione s'è appropriato quest'arido modo di pensare. E persino in quelle parti della fisica, che sono maggiormente sviluppate, troviamo, d'altra parte, certe considerazioni, le quali sono molto affini a quelle delle scienze biologiche. Ad esempio, noi possiamo ricercare le vibrazioni, che sono possibili in certe date circostanze, cioè vi si possono contenere; per esempio, le vibrazioni di una canna d'organo aperta alle due estremità: ma il modo onde esse nascano ci rimane sempre ignoto. Il propagarsi della luce per la via più breve, noi lo consideriamo come una selezione delle vie più efficaci. I criteri dei chimici, poi, ancor più s'accostano, talvolta, a quelli dei biologi. Tutte le possibili composizioni si presentano secondo la loro teoria in una soluzione; ma quelle insolubili e più resistenti ad un nuovo cangiamento ne riportano vittoria e permangono.

È chiaro, adunque, che non v'ha alcuna necessità di porre una profonda differenza fra le ricerche d'ordine *teleologico* e quelle d'ordine *causale*. Le prime soltanto sono provvisorie.

§ 5.

Per fermare ancor più queste nostre opinioni, conviene che ritorniamo, ancor un momento, alle rappresentazioni della causalità. L'opinione, anticamente manifestata, sulla causalità è qualche cosa di goffo: ad una data quantità di causa, corrisponde una data quantità d'effetto. Vi si manifesta un'opinione del mondo di un genere così primitivo, così rozzo come la teoria dei quattro elementi. Questo apparisce già dalla parola « causa ». Le connessioni, in natura, non sono in generale così semplici che in un dato caso si possa dare una causa ed un effetto. Già da parecchi anni ho tentato di sostituire l'idea di causa col concetto matematico di funzione: cioè *dipendenza dei fenomeni fra loro*, o, più determinatamente, *dipendenza delle peculiarità distintive dei fenomeni fra loro* (1). Questo concetto è suscettibile di un maggiore e sempre conveniente ampliamento e di modificazione secondo il bisogno o lo scopo della ricerca dei fatti. Le obbiezioni degli oppositori facilmente si possono combattere (2). Osserviamo, ad

---

(1) *La storia e la origine della legge della conservazione del lavoro* (*Die Gesch. u. d. Wurzel d. Satzes d. Erh. d. Arbeit*), Praga, Calve, 1872.

(2) Tali obbiezioni furono mosse prima dal Külpe in

esempio, soltanto come si comporti una massa grave. Poniamo una massa *A* di contro ad una massa *B*: ne seguirà un moto di *A* contro *B*. Quest'è l'antica formula. Considerando più da presso, si palesa che le masse *A, B, C, D*... determinano scambievolmente, fra loro, degli acceleramenti, i quali adunque si presentano, si manifestano ad un tempo col collocamento, con la posizione delle masse. Gli acceleramenti danno le velocità, che saranno raggiunte in seguito. Pertanto, sono determinate per ogni tempo anche le posizioni di *A, B, C, D*... Ma la misura fisica, per così dire, del tempo si fonda nuovamente su una misura spaziale (rotazione della terra). In fine siamo alla dipendenza delle posizioni fra loro. Già in questo più semplice caso non si potrebbe adattare l'antica formula alla varietà delle relazioni, che sono in natura. Così, anche in altri casi, tutto

Ueber d. Beziehungen zwischen körperlichen und seelischen Vorgängen (*Ztschr. f. Hypnotismus,* vol. VII, p. 97), di poi da COSSMANN, *Empirische Teleologie,* pag. 22. Stuttgart, 1899. A me non pare poi che l'opinione mia sia tanto lontana da quella del Cossmann, che non sia possibile un accordo. Se il Cossmann avesse più attentamente considerato, avrebbe veramente riconosciuto, che io aveva sostituito, all'antica nozione di causalità, il concetto di funzione, e che questo serve anche per quei casi, che egli considera. Contro la *Teleologia empirica* nulla ho da ribattere. Cfr. anche C. HAUPTMANN, *Die Metaphysik in der Physiologie,* Dresden, 1893.

ritorna alla mutua dipendenza, sulla cui forma evidentemente, da bel principio, nulla posso dire, dacchè di tale distinzione si occupa la ricerca speciale. Una mutua dipendenza ammette variazione solo quando si consideri, come indipendentemente variabile, un gruppo delle parti, che siano in relazione. Perciò è possibile completare nelle particolarità, in modo determinatamente scientifico, l'imagine del mondo, quando ne sia data una parte sufficiente. Ma non si può determinare scientificamente, ciò che riguarda il mondo intiero.

Se un sistema meccanico (per forza centrale) è ben determinato nella sua posizione e velocità, è determinata la sua configurazione, come funzione di tempo. Se la si conosce in un tempo arbitrario, prima e poi della sua origine, si può adunque prima e dopo profetizzarla. Ciò avviene in ambedue i casi soltanto se non si danno al di fuori turbamenti; ed allora il sistema, in senso determinato, può essere considerato come chiuso in sè stesso. Nessun sistema però può essere del tutto considerato come isolato dal resto del mondo, dacchè le determinazioni di tempo, e quindi anche di velocità, presuppongono la relazione con un parametro, determinato dalla via percorsa da un corpo (pianeta), giacente fuori del sistema. La reale dipendenza, se pur non vogliamo parlare anche dell'immediata dipendenza di tutti i fenomeni della posizione d'un corpo celeste, ci garantisce la connessione di tutto il mondo. Considerazioni ana-

loghe valgono per un qualunque sistema fisico, quando esso si consideri non come un sistema meccanico. Tutte le dipendenze, che possiamo riconoscere con sicurezza e chiaramente, possiamo considerarle come scambievoli relazioni simultanee.

Noi consideriamo le idee popolari di causa ed effetto come in contrapposizione. Sia il sole S (fig. 1b) che illumini un corpo K, intercettato da un mezzo qualunque. Il sole, od il calor del sole, è la causa del riscaldamento di K, proveniente, di regola, in seguito al contatto dei raggi. Ma, d'altra

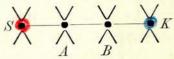



Fig. 1b.

parte, il corpo K od i mutamenti della sua temperatura non possono essere considerati come mutamenti di temperatura del sole, come certamente avverrebbe se S e K fossero affatto in immediata relazione di scambi. Se due mutamenti fossero allora simultanei, sarebbero determinati scambievolmente. Adunque, ciò sta negli anelli di congiunzione, cioè gli elementi A, B del mezzo, i quali determinano mutamenti non solo in K, ma anche in altri elementi, e risentono di quest'ultime determinazioni. Adunque, K sta in mutua relazione con un infinito numero di elementi, e soltanto una minima parte dei suoi raggi ritorna al sole. Con circostanze analoghe, si ha, che se un corpo produce un'imagine sulla retina, suscita una sensazione visiva, e di questa rimane un ricordo, mentre, per il ricordo, non rinasce l'ima-

gine della retina, nè, tanto meno, tutto il corpo. In ciò per me sta il vantaggio del concetto di funzione sul concetto di causa, che, cioè, quello si fonda sulla ricerca rigorosa e non viene intaccato, come questo, da concetti imperfetti, indeterminati, unilaterali. Il concetto di causa, infatti, è un mezzo necessario di appoggio primitivo, primordiale. Io mi raffiguro che cosa debba pensare ogni moderno ricercatore della natura, il quale, ad esempio, tenga presenti i concetti del Mill sul metodo delle ricerche sperimentali: egli non giungerebbe al tentativo di farne applicazione, neppure al caso più provvisorio. Si può pensare a relazioni funzionali fra ciò che sta ancor molto lungi e nello spazio e nel tempo e tentare di prevedere, dal presente, il lontano futuro o di riconoscere il passato; e se ne potrà avere diletto. Ma il pensiero si fonda su base tanto meno sicura quanto più grande ne è la lontananza. Pertanto, senza nulla detrarre alla grandezza del concetto newtoniano, la fisica moderna ha ragione di pregiare la ricerca della c o n t i n u i t à (di tempo e spazio) dei fenomeni.

§ 6.

Riesce chiaro, pertanto, che il *concetto di funzione* ci può abbastanza servire e nel campo della fisica ed in quello della biologia, e può risponderne a tutte

le esigenze; nè ci devono spaventare le varie viste, che presentano questi due campi. Persino i gruppi affini più strettamente congiunti, come l'elettricità di sfregamento e quella galvanica, hanno caratteri così diversi che, sul principio, a stento si riesce a ritrovare in ambedue un motivo unico, l'accordo in un sol fatto fondamentale. I fenomeni magnetici e chimici, che a stento sono osservabili nel primo campo, e quelli, che non vi si possono riconoscere, preponderantemente si presentano nell'altro, mentre i fenomeni del movimento delle masse e di tensione soltanto nel primo si manifestano chiaramente e spontaneamente: ma è ben conosciuto, come ambedue i campi si completino e si illustrino a vicenda. Si può pertanto riconoscere la natura chimica dell'elettricità di sfregamento per mezzo dell'elettricità galvanica. Analoghe relazioni passano fra la *fisica* e la *biologia*. Ambedue queste scienze contengono gli stessi fatti fondamentali; soltanto che talune parti si manifestano più nell'una che nell'altra, sì che non solo la fisica può star a lato della biologia, ma anche quest'ultima a lato della prima per apportarsi aiuto e luce. Abbiamo quindi, da una parte, lo sviluppo effettivo della scienza biologica prodotto dalla fisica; dall'altra, la luce apportata alla fisica dalla biologia con la scoperta di nuovi fatti fisici (galvanismo, le cellule di Pfeffer, ecc.). Che se la fisica fu dalla biologia ampliata, dal canto suo, essa procedette ancor più nel campo di questa ultima.

§ 7.

Ora se qualcuno, abituato soltanto a spiegazioni fisiche, viene a passare nel campo della biologia, e s'accorge che in un animale si sviluppa un organo particolare, che, dipoi, in un più *tardo* stadio di vita, trova pronto ad un uso determinato, sì da determinare azioni istintive, che affatto non può aver appreso e che saranno utili alle generazioni *future*, e da adattarsi nel colorito dell'ambiente per evitare lotte possibili nell'avvenire, potrebbe in fatto giungere fino al punto di accettare de' fattori, in tali casi, particolarmente efficaci. Questa misteriosa *predisposizione per il futuro* non può essere messa a parallelo con una relazione fisica, perchè essa non *succede esattamente sempre e senza eccezione*: infatti, molti organismi si predispongono ad un posteriore stadio di vita, senza poterlo però raggiungere. Nè si vorrà considerare *destinata* ad un presente qualche cosa che, giacendo innanzi a' nostri occhi, non sia *affatto*, o *solo imperfettamente*, determinato. Però, se noi osserviamo che i fenomeni ritornano *periodicamente* nella vita delle generazioni, vedremo che l'idea di un determinato stadio di vita, come di un qualche cosa di futuro e di predisposto, è *arbitraria* e dubbiosa, e che può essere considerata anche come un passato dei progenitori,

come un fatto determinato, che ha lasciato traccie: con ciò di molto aumenta la sua comprensibilità. Non è in tal caso un *possibile futuro* che potrà avvenire, ma un *passato che s'è presentato un infinito numero* di volte e che *realmente* è successo.

Per portare un esempio della facoltà, che può aver la fisica, di cooperare efficacemente alla soluzione di questioni, tutte proprie delle scienze biologiche, consideriamo i meravigliosi successi ottenuti dalla *embriologia sperimentale,* dalla meccanica di sviluppo co' suoi metodi fisico-chimici. Molto notevoli sono pertanto anche le idee di O. Wiener sulla verisimile relazione della fotografia colorata e dell'adattamento dei colori in natura (1). All'infuori della stratificazione di un mezzo, illuminato dalle onde stazionarie della luce, e che restituisce i colori della luce come colori d'interferenza, può sussistere una colorazione rispondente alla luce ancor di un altro genere: essa è materia che sente la luce, che può accettare affatto ogni colorazione. Se è esposta a luce colorante, essa contiene i colori della luce, perchè non assorbe i raggi degli stessi colori e, col persistere loro, finisce col non soggiacere più a lungo alla variazione della luce. Secondo le osservazioni di Poulton, parrebbe che molti colori d'adattamento nelle crisalidi delle

(1) O. Wiener, *Farbenphotographie und Farbenanpassung in der Natur* (in Wiedemann's, *Annalen,* vol. 55°, pag. 225, 1895).

farfalle siano di questo genere (1). *In tali casi è dunque da ricercare il mezzo efficace non lungi dallo « scopo » che è conseguìto.* Noi, spassionatamente, diciamo: *Lo stato d'equilibrio è determinato dalle circostanze per le quali è raggiunto.*

§ 8.

I concetti di « causa efficiente » e di « fine » provengono, nella loro origine, ambedue da rappresentazioni *animistiche*, come si vede chiaramente dall'esempio delle antiche ricerche. Egli è proprio dell'uomo selvaggio non occuparsi punto de' suoi movimenti spontanei, che si presentano naturalmente ed indipendentemente. Ma, tostochè in natura l'uomo riconosce nuovi movimenti, li pone istintivamente in analogia con i propri: per ciò a lui brilla chiaro il pensiero ed il volere proprio e quello altrui (2). A poco

(1) Poulton, *The Colours of Animals,* London, 1890.

(2) Una volta posi una macchina elettrica di Holtz in movimento dinanzi ad un mio bambino. Egli aveva circa tre anni. Egli si compiaceva del gioco delle faville, ma al momento ch' io levava la mano, e la macchina continuava la rotazione, con paura egli si tirava indietro, considerandola evidentemente come animata. « Corre da sola », gridò attonito e turbato. Certamente soggiacciono alla stessa legge i cani che corrono dietro, abbaiando, ad ogni

a poco, alternativamente, si presentano ben chiare le somiglianze e le differenze dei fenomeni fisici e biologici con lo schema fondamentale delle operazioni volitive, e con ciò maggiormente si rafforzano que' concetti. Nelle operazioni volitive conosciute, si ritrovano insieme causa e fine, e la grandissima semplicità dei fenomeni della fisica si oppone sempre più alla loro interpretazione animistica. Il concetto di causa di poi trapassa attraverso goffe forme nel concetto di dipendenza, nel concetto di funzione. Il concetto di scopo, il concetto dell'operare conscio è ancor mantenuto soltanto per i fenomeni della vita organica, che meno contrastano con l'idea animistica, e, laddove questo secondo concetto non si possa concedere alla natura organica, si suol pensare ad un'altra essenza, sopra di quella sospesa, tendente allo scopo (natura, ecc.) e che accompagna il primo.

L'animismo (antropomorfismo) non è in sè un errore teoreticamente conosciuto; ed allora ogni analogia dovrebbe essere qualche cosa di simile a questo. L'errore sta solo nell'uso di tale concetto in casi nei quali per ciò le premesse sono errate, o non corrispondono affatto. La natura, che ha prodotto l'uomo,

---

carrozza, che passa. Io mi ricordo che una volta — avevo allora circa tre anni — mi spaventai essendosi aperto, di improvviso, il follicolo elastico d'una balsamina ed avendomi esso preso il dito. Mi pareva che fosse vivente come un animale.

ha prodotto in abbondanza esseri analoghi di più basso od anche più alto grado di sviluppo.

§ 9.

Ogni organismo e le sue parti sottostanno alle leggi fisiche; quindi legittimo è lo sforzo di considerarlo, a poco a poco, fisico e far valere soltanto l'idea di « causa ». Ma se si tenta ciò, si avrà sempre a batter contro il carattere particolare del mondo organico, per il quale non ci si presenta alcuna analogia nelle rappresentazioni fisiche, almeno in quelle fino ad ora osservate (di natura « inanimata »). Un organismo è un sistema così composto da poter mantenere una proprietà (chimica, calorica, ecc.) contro esterne influenze, e da presentare un equilibrio dinamico di maggiore stabilità (1). L'organismo può per il dispendio di energie attrarre per sè dall'ambiente altre energie che sostituiscono la perdita od offrono anche di più (2). Pallida ed artificiosa imagine d'un organismo ci può dare una macchina a vapore, che trasporta il proprio carbone e si riscalda. L'organismo possiede queste qualità in molte pic-

(1) Hering, *Vorgänge in der lebendigen Substanz,* Prag, Lotos, 1888.

(2) Hirth, *Energische Epigenesis,* pagg. x, xi, München, 1898.

cole parti e si rigenera da queste, vale a dire: cresce e si propaga. La fisica, adunque, nello studio del mondo organico in sè stesso deve accogliere ancor nuovi criteri prima di poter, come si dice, domare questi problemi (1).

Confrontiamo pertanto il nostro operare volitivo con un movimento riflesso, osservato in noi stessi, proveniente da sorpresa, risvegliatasi in noi, o con il movimento riflesso di un animale. In ambedue questi casi noi propendiamo a considerare tutto il fenomeno come fisicamente determinato per le circostanze osservabili nell'organismo. Ciò che noi chiamiamo *volere*, non è altro se non *il complesso delle condizioni di un movimento parzialmente consciente e collegato con la previsione del successo.* Orbene, analizziamo queste condizioni tosto che si presentano alla nostra conoscenza, e null'altro troveremo se non *traccie di ricordi* dei fenomeni precedenti ed il loro collegamento (associazione). Appare, pertanto, che la *funzione fondamentale degli organismi elementari* sia il conservare tali traccie e la loro connessione, quando anche noi non potessimo più parlare di una conoscenza e d'un ordinamento in un sistema di ricordi.

Se si potesse considerare memoria ed associazione, in più largo senso (come Hering), come qualità fondamentali degli organismi elementari, risulterebbe

(1) HERING, *Zur Theorie der Nerventhätigkeit,* Leipzig, a. 1899.

chiaro il concetto di adattamento (1). Ciò che si avvantaggia, si presenta più spesso insieme che in relazione con le verisimiglianze coordinate, e rimane associato. Presenza del vitto, senso di sazietà, movimenti peris-taltici si ritrovano insieme. Che nella ontogenia ritorni abbreviata la filogenia, sarebbe un parallelo su fenomeno conosciuto, sì che il pensiero torna di nuovo con predilezione nella via altra volta seguìta, e con simili relazioni sussiste ancor similmente. Infatti, ogni organismo si sviluppa embrionalmente, ed anche più tardi in relazioni molto simili; ma noi non sappiamo che cosa ora risponda fisicamente alla memoria e all'associazione, e stiracchiati ne sono tutti i tentativi di spiegazione. Niuna analogia, invero, appare fra organico ed inorganico. Ma nella fisiologia dei sensi le considerazioni, i criteri *psicologici* e *fisici* possono avvicinarsi fino ad un mutuo contatto, portandoci così a conoscere nuovi fatti (2). Da una tale ricerca non nasce punto alcun dualismo, ma una scienza che comprende il mondo organico ed inorganico, presentandoci i fatti comuni ad ambedue i campi.

---

(1) Hering, *Ueber das Gedächtniss als allgemeine Function der organisirten Materie,* Wien, 1870.

(2) La prima volta espressi timidamente questa opinione, ancor con colorito fechneriano, nel *Compendio di fisica ad uso dei medici* (*Compendium der Physik für Mediciner,* pag. 234, 1863).

CAPITOLO VI.

LE SENSAZIONI SPAZIALI DELLA VISTA

§ 1.

Un albero col suo tronco grigio, forte, ruvido, coi molti rami mossi dal vento, con le sue foglie liscie, morbide, risplendenti ci si presenta come un solo tutto inseparabile. Parimente, quando osserviamo dei frutti di sapore dolce, d'un bel color giallo, rotondeggianti nella forma; quando osserviamo il fuoco risplendente, caldo, con le sue fiamme variamente agitantisi, consideriamo in questi fatti un fatto solo. Un solo nome indica tutto; una parola resuscita dal profondo oblio tutti i ricordi, che vi si congiungono, come filo che si svolga dal gomitolo.

L'imagine dell'albero, dei frutti, del fuoco nello specchio è visibile, ma non la si può, per così dire, afferrare, non è tangibile. Se noi rivolgiamo altrove lo sguardo, o chiudiamo gli occhi, possiamo bensì toccar l'albero, gustare i frutti, sentire il fuoco, pur senza vedere. Così il fatto, che pareva inseparabile,

si sdoppia in parti, le quali non soltanto sono a vicenda determinate fra loro, ma anche soggette ad altre determinazioni. Il reale si scompone nel palpabile, gustabile, ecc.

Anche il visibile solo, nudo, ci si presenta come un fatto solo. D' altra parte noi possiamo, accanto al frutto giallo e rotondo, osservare un petalo anch'esso giallo, ma steliforme: inoltre, un altro frutto può essere rotondo come il primo, ma invece di colore verde o rosso. Due cose possono presentarsi identiche ne' colori, diverse nella forma; oppure identiche nella forma, diverse nei colori. Per questo le sensazioni visive si distinguono in *sensazioni di colori* e *sensazioni di spazio*, che, fra loro, si distinguono, se anche non si possono rappresentare separatamente.

§ 2.

La sensazione dei colori, cui noi ora rivolgiamo il nostro studio, è, in realtà, una sensazione delle condizioni chimiche della vita, piacevoli o non piacevoli: appunto nell'adattamento a tali condizioni si sviluppa e si modifica la sensazione di colore (1).

(1) Cfr. GRANT ALLEN, *Der Farbensinn*, Leipzig, 1880. H. Magnus tentò, ma senza alcun felice resultato, di dimostrare, che il senso de' colori ebbe un notevole sviluppo ne' tempi storici. Nel tempo stesso, nel quale ap-

Con la luce, si può dire, comincia la vita organica, Il verde della clorofilla ed il rosso (complementare) dell'emoglobina hanno una grandis-

---

parvero gli scritti del Magnus, ebbi a discutere su questo stesso argomento con un filologo, il professore F. Polle di Dresda: ci dovemmo ambedue convincere, che le opinioni del Magnus non potevano reggere, nè alla critica filologica, nè a quella scientifica. Ci esortavamo l'un l'altro a pubblicare i resultati di tale discussione, ma nessuno dei due mai si decise. Del resto, il fatto fu, per il momento, determinato da E. Krause e, minutamente, da A. Marty. Qui mi permetto dal canto mio queste brevi osservazioni: Da un difetto della denominazione non si può conchiudere ad un errore della qualità della sensazione corrispondente. Ancor oggi, le denominazioni sono poco profonde, vaghe, difettose, di numero ristretto, dove non si sia ancor sentito il bisogno di una profonda separazione. La denominazione dei colori dei nostri contadini e la loro denominazione delle sensazioni non è certo più sviluppata di quella che possiamo rintracciare ne' poeti greci. I campagnuoli nel Marchfelde, come io stesso spesso ho udito, dicono, ad esempio, che il sale di cucina è *acido* (*sauer*), perchè non è comune presso di loro l'espressione: *salino* (*salzig*). La denominazione dei colori non si deve ricercare nei poeti, ma negli scritti tecnici. Non si può quindi, come fece il Magnus ed osservò il mio collega Benndorf, considerare l'enumerazione dei pigmenti vascolari, come l'enumerazione di tutti i colori. Che se consideriamo la policromia degli antichi Egiziani e de' Pompeiani, notando che tali pitture sono opera certamente di uno che

sima parte nel processo chimico della vita vegetale e nel controprocesso chimico della vita animale: e sì l'uno, sì l'altro ci si presentano sotto le più svariate forme. La scoperta della porpora della retina, i progressi della fotografia e della fotochimica ci permettono di considerare il fenomeno visivo come fenomeno chimico. È ormai a tutti noto, quale importanza abbiano i colori nella chimica analitica, per l'analisi spettrale e nella cristallofisica. Si tende ormai a considerare le così dette ondulazioni della luce non come vibrazioni meccaniche, ma come vibrazioni chimiche, come processo alternato di integrazioni e

---

conosceva e capiva i colori e che Pompei fu distrutta circa 70 anni appena dopo la morte di Vergilio, mentre Vergilio dev'essere stato quasi ignaro de' colori, si presenta chiara l'insostenibilità di tutta quell'opinione. Ancor per un altro rispetto si deve andar cauti nell'applicazione della teoria darwiniana. Noi tendiamo a pensare uno stato senza senso di colore, o con un senso dei colori molto ristretto, precedente ad un altro stato con un tal senso molto sviluppato. Gli è come per il maestro, che progredisce dal semplice al complesso. Ma la natura non ha bisogno di seguire un tal cammino. Esiste il senso de' colori ed è variabile. Diviene esso più ricco o più scarso? Chi lo può sapere? Non è egli possibile, che, col ridestarsi dell'intelligenza e con l'applicazione de' mezzi artistici, s'appresenti tutto lo sviluppo all'intelletto, che, d'allora in poi, è massimamente usato, e che si sviluppino gli organi inferiori nell'uomo?

di disintegrazioni, come un processo oscillatorio del genere stesso di quello, che, in una sola direzione, avviene nei fenomeni fotochimici.

Questa opinione, che è avvalorata specialmente dalle recenti ricerche sulla dispersione anomala, sta di rincontro alla teoria, che considera la luce un fenomeno elettro-magnetico. Anche dalla corrente elettrica la chimica trae la rappresentazione sensibile nel caso dell'elettrolisi, dacchè considera che ambedue gli elementi degli elettrolidi si trapassino formando due correnti di senso contrario. Si potranno pertanto nella teoria de' colori, studiata più attentamente, seguire molte vie e molti criteri d'ordine biologico-psicologico e chimico-fisico.

§ 3.

L'adattamento alle condizioni chimiche della vita, che si fanno sentire per i colori, richiede una più ampia locomozione *(locomotion)*, che non l'adattamento a quelle condizioni, che si presentano per il gusto e l'odorato. Negli uomini, almeno in quelli che possiamo direttamente e sicuramente giudicare, e de' quali qui vogliamo intendere, è così.

La stretta connessione della sensazione di spazio (momento meccanico) con la sensazione di colore (momento chimico), facilmente, per ciò, si comprende. Passiamo pertanto subito all'analisi delle sensazioni spaziali della vista.

§ 4.

Se noi consideriamo due figure uguali, ma di colore diverso, ad esempio due lettere dell'alfabeto identiche, ma di colore diverso, a prima vista rico-

Fig. 2.

nosciamo l'identità della forma non ostante la diversità della sensazione di colore. Anche le sensazioni della vista debbono contenere identici elementi di sensazioni. Esse sono parimenti sensazioni di spazio, identiche in ambedue i casi.

§ 5.

Ricerchiamo ora di che natura siano le sensazioni di spazio, le quali ammettono fisiologicamente il riconoscimento di una figura. Anzitutto è chiaro, che tale riconoscimento non è dato da considerazioni di ordine geometrico, dacchè questi sono fatti non appartenenti alle sensazioni, ma all'intelligenza. Servono piuttosto le sensazioni spaziali, rispondenti ai punti di riuscita ed ai fondamenti d'ogni geometria. Due figure possono essere geometricamente congruenti, ma fisiologicamente affatto diverse, come due quadrati in posizione diversa (fig. 3), i quali non possiamo riconoscere per

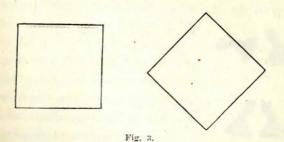
Fig. 3.

identici, senza ricorrere ad operazioni meccaniche ed intellettive (1). Altre prove, parimente semplici, possiamo fare per constatare vie meglio le relazioni, ora accennate. Infatti, consideriamo una macchia qualunque (fig. 4). Ripetiamo due, tre volte di seguito la stessa macchia in posizione identica: ne riceviamo una particolare impressione piacevole, e, senza difficoltà, a colpo d'occhio, riconosciamo l'uguaglianza di tutte le figure (fig. 5). Se invece volgiamo una delle macchie

Fig. 4.

Fig. 5.

---

(1) Cfr. la mia piccola nota: *Della visione delle posizioni e degli angoli* (*Ueber das Sehen von Lagen und Winkeln*), nei *Sitzungsber. d. Wien. Akad.*, volume 43°, pag. 215, 1861.

in posizione di contro all'altra (fig. 6), non possiamo più riconoscere tale identità nella forma, se non ricorrendo ad una operazione intellettiva. Una strana relazione d'ambedue le forme riconosciamo, invece, se, ad una di tali macchie ne contrapponiamo un'altra simmetricamente al piano mediano dell'osservatore (fig. 7). Invece, quando il piano di simmetria notevolmente diverge (fig. 8) dal piano mediano dell'osservatore, non ci è dato riconoscere l'uguaglianza della forma, se non girando la figura o ricorrendo ad un'operazione dell'intelletto. Per lo contrario, tale uguaglianza di nuovo ci comparisce notevolmente, se alla prima si pone di contro una seconda macchia identica, ma girata per 180° nello stesso piano (fig. 9). In tal caso c'è la così detta *simmetria centrale.*

Fig. 6.

Fig. 7.

Fig. 8.

Fig. 9.

Se ora noi impiccoliamo tutte le dimensioni della macchia nella stessa relazione, noi otteniamo una macchia geometricamente simile. Ma la simmetria geometrica è simmetria ottica, quanto poco la congruenza geometrica è anche congruenza fisiologica (ottica), quanto poco la somiglianza geometrica è anche somiglianza ottica.

Fig. 10. Fig. 11.

Invero, se due macchie geometricamente simili si pongono accanto in direzione identica, si presentano simili anche otticamente (fig. 10). Se facciamo girare una macchia, di nuovo sparisce la somiglianza (fig. 11); poniamo invece un'altra macchia simmetricamente al piano mediano dell'osservatore e ritornerà una somiglianza simmetrica, che avrà valore anche nel rispetto ottico (fig. 12); ed anche se giriamo nello stesso piano per 180° una delle due macchie, purchè sussista la somiglianza della simmetria centrale, essa avrà ancora un valore ottico e fisiologico.

Fig. 12.

Fig. 13.

§ 6.

Pertanto in che differisce la somiglianza ottica da quella geometrica? Nelle figure, simili geometricamente, tutti i lati omologhi sono proporzionali, e questo è un fatto intellettivo, non già un fatto appartenente all'ordine delle sensazioni. Infatti, se ad un triangolo co' lati a, b, c contrapponiamo un altro triangolo coi lati $2a$, $2b$, $2c$, noi non riconosciamo questa semplice relazione immediatamente, ma soltanto con un atto dell' intelletto mediante la loro misurazione. Perchè apparisca anche la somiglianza ottica, devono que' lati avere anche la medesima direzione. Che una relazione, pur semplice, fra due

obbietti riconosciuta con atto intellettivo, non implichi anche una somiglianza della sensazione, facilmente si riconosce confrontando, ad esempio, un triangolo coi lati a, b, c con un altro che abbia rispettivamente i lati $a + m$, $b + m$, $c + m$: questi due triangoli non appariscono punto simili fra loro. Così non tutte le sezioni coniche appariscono fra loro simili, sebbene tutte abbiano un'affinità geometrica, ed ancor meno palesano come siano fra loro simili le curve di terzo grado, ecc.

§ 7.

La similitudine geometrica di due figure è determinata da questo: che tutti i lati omologhi sono proporzionali, o che tutti gli angoli omologhi sono eguali. Otticamente, invece, la somiglianza si presenta prima di tutto quando le figure sono disegnate nella stessa posizione, cioè *se tutti i lati omologhi hanno direzione parallela*, o, come noi vorremmo poter dire, *uguale* (fig. 14). L'importanza della direzione per la sensazione risulta già dall'accurata osservazione della fig. 3. Dall'uguaglianza delle direzioni, adunque, sono determinate le sensazioni di spazio uguali, le

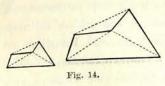



Fig. 14.

quali caratterizzano la somiglianza ottico-fisiologica delle figure (1).

Ancora per mezzo di quest'altra considerazione possiamo raffermare l'importanza della d i r e z i o n e nel rispetto fisiologico di una data retta o curva. Sia $y = f(x)$ l'equazione di una data curva in un piano. A colpo d'occhio, possiamo riconoscere i valori di $\frac{dy}{dx}$ nella curva, dacchè sono determinati dalla sua e l e v a z i o n e, ed anche per i valori di $\frac{d^2y}{dx^2}$ l'occhio stesso ci dà la ragione della loro quantità, dacchè sono caratterizzati dall' i n c u r v a m e n t o della curva. Or si domanda: p e r c h è non si possa dire parimenti lo stesso, senz'altro, dei valori $\frac{d^3y}{dx^3}$, $\frac{d^4y}{dx^4}$. E la risposta è semplice. Non si veggono naturalmente i quozienti differenziali, che derivano da operazioni intellettive, mentre si vede la d i r e z i o n e

(1) Circa 37 anni fa in una società di fisici e fisiologi presentai la questione, da che dipendesse che le figure simili g e o m e t r i c a m e n t e sono simili anche o t t i c a m e n t e. Io mi ricordo che tale questione fu trovata non solo inutile, ma quasi ridicola. Nulladimeno, oggi, come allora, io sono convinto, che in tale questione si racchiude tutto il problema della visione delle figure. Che non si possa risolvere un problema, che non è riconosciuto come tale, riesce ben chiaro. A non voler riconoscere tale problema, io credo, che influisca quell' indirizzo unilaterale fisico-matematico per mezzo del quale soltanto si arriva a spiegare la lunga e molteplice opposizione fatta, invece di una piacevole accoglienza, alle idee del Hering.

de' vari elementi della curva e la deviazione nella direzione di un elemento da quella d'un altro (1). Ora, dacchè direttamente si riconosce la somiglianza di figure poste in simile posizione, e si può distinguere, senz'altro, persino il caso speciale della congruenza di una figura, da un'altra, le nostre sensazioni spaziali ci spiegano *l'uguaglianza o la non uguaglianza delle direzioni, l'uguaglianza o la non uguaglianza dei lati.*

§ 8.

Molto verosimile si presenta, già da bel principio, l'opinione, che le sensazioni di spazio si connettano in qualche modo con l'apparato motore degli occhi. Senza scendere fino ai particolari, notiamo, per ora, che l'apparecchio visivo in generale, e quello motore in particolare, sono simmetrici rispetto al piano mediano del capo. Corrispondentemente, anche coi movimenti simmetrici dello sguardo saranno congiunte uguali, o press'a poco uguali, sensazioni di spazio. I bambini scambiano continuamente le lettere *b* e *d*, *p* e *q*. Anche gli adulti difficilmente riconoscono un capovolgimento da destra a sinistra, se non lo fa loro avvertire qualche fatto,

(1) Cfr. per tutto questo capitolo la conferenza del Mach sulla simmetria nelle *Letture scientifiche popolari*, trad. da A. Bongioanni, pagg. 77-91. Torino, Bocca, 1900.

d'ordine sensoriale o intellettuale. Perfetta è la simmetria dell'apparato motore visivo. L'uguale eccitamento degli organi simmetrici difficilmente potrebbe dare, di per sè, ad alcuno la distinzione di destra e di sinistra. Ma tutto il corpo umano, e particolarmente il cervello, è diviso con una notevole asimmetria, la quale porta, ad esempio, a preferire nelle funzioni di movimento una mano piuttosto che l'altra (generalmente la destra). Questo fatto poi, a sua volta, riesce ad un più ampio e migliore sviluppo delle funzioni motrici, compiute dagli organi della parte destra, e ad una modificazione delle sensazioni corrispondenti.

Quando per scrivere si siano una volta congiunte le sensazioni visive dello spazio con le sensazioni di moto della mano destra, non si confondono più le figure verticalmente simmetriche, con le quali si congiunge l'attitudine e l'abitudine di scrivere. Questa unione può essere così forte, che i ricordi procedono soltanto per la solita via, e che a stento e difficilmente si riesce a leggere, ad esempio, uno scritto nello specchio. Il rovesciamento poi a destra ed a sinistra avviene sempre in relazione alle figure, che hanno un valore puramente ottico (ornamentale, ad esempio), non già un valore nel rispetto del movimento. Del resto, una notevole differenza fra destra e sinistra anche le bestie debbono percepire, dacchè in molti casi importanti senza questa non si potrebbero orientare. Che poi siano uguali le sensazioni, che sono congiunte con funzioni di movimento sim-

m e t r i c h e, se ne può facilmente convincere ogni attento osservatore. Infatti, se io, ad esempio, avendo per caso occupata la mano destra, impugno la vite d'un micrometro od una chiave, senza preoccupazione alcuna, certamente le giro al rovescio, cioè faccio fare un movimento simmetrico a quelli soliti, e vengo così scambiando i due movimenti in causa dell'uguaglianza della sensazione. Qui cade in acconcio ricordare le osservazioni del Heidenhain sulla scrittura simmetrica all'ordinaria nelle persone ipnotizzate d'una sola metà del corpo.

§ 9.

Già fin dalla giovinezza mi sono convinto — e l'ho dichiarato già fin nei miei primi discorsi (1861), quando me se ne presentava l'occasione — che la differenza fra destra e sinistra si riduca ad un'asimmetria, o forse ad una varietà chimica. D'allora in poi, più volte l'ho manifestata questa mia opinione. Per caso da un vecchio ufficiale seppi che le truppe, dovendo marciare diritto nelle notti oscure, in mezzo al nevischio, senza aver alcun punto esterno d'appiglio, guidate solo dal loro criterio intellettuale, sogliono muoversi, invece, quasi descrivendo un circolo di grande raggio, sì da ritornare al punto di partenza. Nel racconto del Tolstoi: *Servo e padrone,* si accenna ad un fatto analogo. Questi fenomeni si pos-

sono spiegare soltanto ammettendo una piccola asimmetria negli organi di movimento, e ci fanno pensare analogamente al cono, poco differente, da un cilindro, descritto facendo girare un circolo di grande raggio. E così, invero, ha spiegato il fatto F. O. Guldberg (1), il quale fece accurate ricerche sui fenomeni di tal genere in uomini ed animali impazziti. Uomini e bestie disorientate si muovono, senza eccezione, descrivendo dei circoli, il cui raggio varia secondo la specie, mentre il centro sta ora a destra, ora a sinistra dell'individuo che percorre la periferia, secondo l'individuo e la specie. In ciò, il Guldberg vuol riconoscere una disposizione teleologica al ritrovamento dei figlioli, bisognosi di cura. Sarebbero interessanti le ricerche di tal genere sugli animali inferiori, ne' quali manca l'ultimo momento. Del resto, anche negli animali inferiori si può arguire, da generali fondamenti di verisimiglianza, che esista una imperfetta simmetria. Anche le ricerche del Loeb (2) sullo spazio sensibile della mano hanno dimostrato, ancor una volta, che un dato movimento della mano destra (collegato con quello degli occhi), contraffatto con la sinistra, costantemente viene, secondo l'individuo,

---

(1) F. O. Guldberg, *Die Circularbewegung*, nella *Ztsch. f. Biologie*, vol. 25°, pag. 419, 1897. Il dottor W. Pauli ha fatto rivolgere la mia attenzione su tal lavoro.

(2) Loeb, *Ueber den Fühlraum der Hand*, in Pflüger's, *Archiv*, volumi 41° e 46°.

riuscendo o ingrandito o rimpicciolito. Loeb pei fenomeni della rigenerazione crede di poter conchiudere che la differenza fra destra e sinistra è *specifica.* Ma io posso assicurare che giammai ho creduto, che esista una differenza puramente geometrica e meccanica.

§ 10.

Col muoversi dello sguardo all' i n s ù od i n g i ù, sono unite sensazioni di spazio fondamentalmente diverse, come ci insegna la comune esperienza. Ciò facilmente si capisce, poichè l'apparato motore degli occhi è asimmetrico rispetto ad un piano orizzontale. La direzione dei gravi, che per il resto dell'apparato di movimento è molto considerevole ed importante, anche nell'apparato dell'occhio, che segue tutto il resto dell'apparato, ha sua piena esplicazione. È noto che non è affatto percepita la simmetria di un paese e dell'imagine sua, rispecchiata nell'acqua. Se capovolgiamo il ritratto di una persona conosciuta, esso ci si presenta strano e dubbio, se non arriviamo a ravvisarlo per mezzo di una operazione intellettiva. Se qualcuno si pone dietro il capo di una persona sdraiata su un sofà e, senza essere guardato, si presenta tutto all'impressione della vista (specialmente se la persona parla), egli si presenta come qualche cosa d'affatto estraneo. Le lettere *p* e *b* ed anche *d* e *q* nemmeno da' bambini sono scambiate.

Le nostre osservazioni, fin qui fatte sulla simmetria, uguaglianza, ecc., non valgono soltanto per le figure piane, ma anche per le spaziali. Corrispondentemente, abbiamo ancor da fare una osservazione sulla sensazione di spazio delle distanze. Varie sensazioni provengono dal guardare da vicino e dal guardare di lontano. Esse non si debbono e non si possono scambiare: non si debbono, perchè la differenza fra lontananza e vicinanza è importante e per gli uomini e per gli animali; e non si possono, perchè l'apparato motore degli occhi è asimmetrico rispetto ad un piano, che sia perpendicolare alla direzione orizzontale di lontananza. La prova che il busto di una persona conosciuta non può essere posto in luogo dell'originale, è affatto analoga alle osservazioni sul rivolgimento dall'alto in basso.

§ 11.

Dacchè in una figura lati uguali e direzioni uguali danno sensazioni uguali di spazio e direzioni simmetriche rispetto al piano mediano del capo danno sensazioni di spazio simili, restano ben chiari e spiegati i fatti, sopra ricordati. La linea retta ha in tutti gli elementi la stessa direzione e dà ovunque le identiche sensazioni di spazio: di qui il suo valore estetico. Oltre a ciò, vi sono delle rette che per la loro speciale posizione, o nel piano

mediano o perpendicolarmente a questo, si comportano nello stesso modo, appunto per questa loro disposizione simmetrica, su ambedue le parti dell'apparato visivo. Invece ogni altra posizione della retta è percepita come una « posizione obliqua », come una deviazione dalla posizione simmetrica.

Il ripetersi della stessa imagine spaziale in una identica disposizione determina il ripetersi delle medesime sensazioni di spazio. Tutte le linee, che uniscono punti omologamente disposti, hanno la medesima direzione e danno la stessa sensazione; la quale relazione continua a sussistere anche quando confrontiamo figure soltanto geometricamente simili, disposte nella stessa direzione. In tali casi non v'ha più soltanto l'eguaglianza dei lati. Se si muta, anche per poco, la disposizione sua, anche cotale relazione, e con questa la sua speciale (estetica) impressione, si cambia.

Quando si osservano figure simmetriche rispetto al piano mediano, invece di sensazioni di spazio uguali si percepiscono sensazioni simili, che corrispondono alle direzioni simmetriche. La metà destra della figura sta con la metà destra dell'apparato visivo nella stessa relazione nella quale sta la metà sinistra della figura con la metà sinistra dell'apparato visivo. Ora, anche se si toglie l'uguaglianza dei lati, si noterà sempre la somiglianza simmetrica. Se si pone trasversale il piano di simmetria, ogni relazione più non sussiste.

Si ponga accanto ad una figura la stessa figura, ma facendola girare di 180°: si avrà la *simmetria centrale*. Se si congiungono due paia identiche di punti omologhi, si tagliano le linee d'unione in un punto *O*, per il quale, come punto di mezzo, passano tutte le linee d'unione dei punti omologhi. Anche nel caso della simmetria centrale tutte le linee d'unione omologhe si presentano con direzione uguale, il che si osserva piacevolmente: ma se anche non v'ha l'uguaglianza dei lati per la sensazione, rimane sempre la somiglianza per la simmetria centrale. La *regolarità*, rispetto alla simmetria, non par che abbia uno speciale valore fisiologico: il suo valore, invece, sta solo nel caso della simmetria molteplice, la quale non è osservabile soltanto in una sola posizione.

§ 12.

Chi per poco vada sfogliando l'opera di Owen Jones: *Grammar of Ornament* (London, 1865), può assicurarsi quanto siano esatte queste nostre considerazioni. Quasi in ogni tavola si ritrovano i varî generi di simmetria che comprovano, quasi documentano, le idee ora esposte. L'ornamentazione, che, come la musica puramente instrumentale, non abbia alcun secondo fine, ma serva solo al piacere della forma (o del colore), ne dà la migliore conferma ne' presenti studî. La scrittura è tanto importante per

ben altri riguardi che per quello della bellezza: ciò nonostante fra le 24 maiuscole dell'alfabeto latino ben 10 sono verticalmente simmetriche *(A, H, I, M, O, T, V, W, X, Y)*, 5 sono simmetriche orizzontalmente *(B, C, D, E, K)*, 3 centralmente *(N, S, Z)* e solo 6 sono asimmetriche *(F, G, L, P, Q, R)*.

Lo studio dello sviluppo dell'arte primitiva è molto interessante per le questioni delle quali ci stiamo occupando. Il carattere di quest'arte è determinato: dagli obbietti naturali, che si offrono ad essere imitati; dal grado di abilità meccanica; finalmente dalla tendenza di mettere in pratica la ripetizione de' motivi in tutte le sue varie forme (1).

§ 13.

In breve, in altro mio scritto, già anni fa, dichiarai l'importanza estetica dei fatti ora accennati: nè ora è mia intenzione trattare per esteso tale argomento. Però non posso non ricordare, che l'ha già fatto il fisico J. L. Soret (2), morto a Ginevra, in un bel libro, comparso soltanto nel 1892, ma che ha i suoi precedenti in un discorso, da lui tenuto, nel 1886, nel

(1) ALFRED C. HADDON, *Evolution in art.: as illustrated by the life-histories of designs,* London, 1895.

(2) J. L. SORET, *Sur les conditions physiques de la perception du beau,* Genève, 1892.

congresso svizzero dei naturalisti. Soret prende le mosse da Helmholtz, senza conoscere, a quanto pare, le mie idee. La questione non è di molto trattata nel suo rispetto fisiologico; invece, ricche e confermate da opportuni esempi sono le sue idee sull'estetica. Egli tratta del valore estetico della simmetria, della ripetizione, della somiglianza e della continuità; questa poi egli considera come un caso speciale della ripetizione. Secondo la sua opinione, le piccole divergenze dalla simmetria possono essere riccamente compensate dalla varietà, ed il piacere estetico, intellettuale, con questa congiunto, può compensare la deficienza del piacere sensoriale. Lo dimostrano l'ornamentazione e le sculture d'una cattedrale gotica. Questo piacere intellettuale deriva anche dalla simmetria virtuale (potenziale), che si manifesta nella posizione asimmetrica della figura umana, che è in sè simmetrica, o d'altre figure. Queste considerazioni egli non restringe soltanto ai fenomeni ottici, ma estende, appunto come avevo fatto anch'io, a tutti i campi, e però va considerando il ritmo, la musica, i movimenti, la danza, le bellezze della natura e persino la letteratura. Di particolare interesse poi sono le sue osservazioni sui ciechi, che ebbe occasione di studiare nell'ospizio di Losanna. I ciechi si compiacciono del periodico ripetersi delle stesse forme, ch'essi possono percepire solo col tatto, ed hanno una decisa predilezione per le forme simmetriche. Mutamenti notevoli in tali forme riescono loro spiacevoli,

talvolta loro sembrano ridicoli. Un cieco, che aveva fatti i suoi studi su una carta rilevata dell'Europa, disegnata su grande scala, riconosceva questa parte del mondo per la somiglianza geometrica quando la ritrovava disegnata su più piccola scala, facendo parte di una carta rilevata più estesa. L'organo simmetrico del tatto, ambedue le braccia e le mani sono disposti in modo analogo all'organo visivo: nè ci fa meraviglia una tale corrispondenza. Questa era già stata considerata tanto dagli antichi quanto da' moderni ricercatori (Descartes), e taluno anche espresse opinioni ed idee punto esatte, che ancora oggidì in parte continuano a vivere. Un po' meno riuscito appare nel libro del Soret il capitolo sulla letteratura. Nel metro, nella rima, ecc., si presentano certamente fenomeni simili a quelli, che si trovano nei campi, già da noi considerati; ma, certamente, non si potrà convenire in tutto e per tutto con lui quando considera, ad una stregua, l'importanza della frase, sei volte ripetuta, « Que diable allait il faire sur cette galère » nella ben nota commedia del Molière: *Les fourberies de Scapin*, col ripetersi di un motivo ornamentale. La ripetizione, in tal caso, è efficace non già come tale, ma soltanto intellettualmente, per il successivo aumentare di un contrapposto comico.

Debbo qui dar conto del lavoro, testè uscito, di Arnold Emch: *Mathematical principles of esthetic forms* (*The Monist*, octobre, 1900). L'Emch dà interessanti esempi, nei quali una serie di forme, per il

succedersi del medesimo principio geometrico, concorre ad un'impressione estetica. Pertanto egli segue la stessa opinione, già da me espressa in una mia lettura del 1871: cioè che tutto ciò che si produce secondo una regola costante e determinata, dà una impressione estetica, diventa estetico (cfr. *Letture scientifiche popolari*, cit., pag. 79, Torino, 1900). Io avevo ad un tempo dichiarato, e lo potrei fare ancora adesso, che la regola, come atto dell'intelligenza, in sè non ha alcun effetto estetico, ma soltanto la ripetizione dello stesso motivo sensoriale, da quella presupposto.

§ 14.

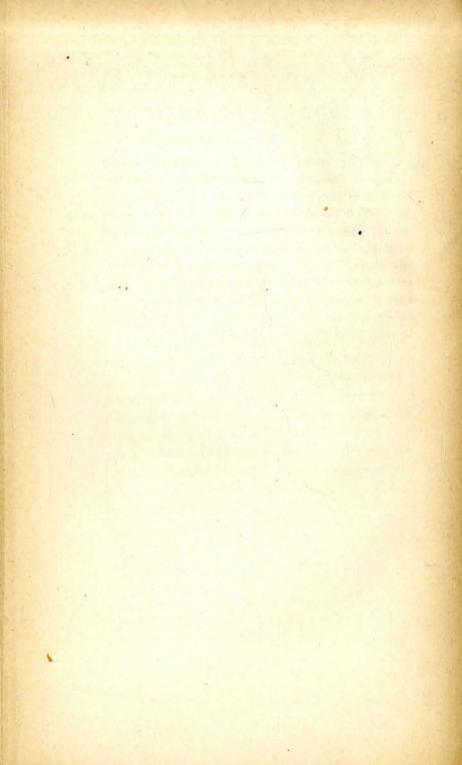
Ora dobbiamo qui ancor una volta avvertire, che profonda differenza vi è fra le qualità fisiologiche e le proprietà geometriche di un'imagine spaziale. Le proprietà fisiologiche sono condeterminate dalle proprietà geometriche, ma non determinate soltanto da queste.

Al contrario, molto probabilmente, le proprietà fisiologiche hanno dato il primo impulso alle ricerche geometriche. La linea retta non ferma l'attenzione dell'osservatore per essere la più breve fra due punti, ma sovratutto per la sua semplicità fisiologica. Anche il piano, oltre le sue proprietà geometriche, ha uno speciale valore fisiologico ed

ottico (estetico), per il quale esso si fa notare, come devesi ancor dimostrare. La divisione del piano e dello spazio ad angoli retti non solo ha la prerogativa delle parti uguali, che ne derivano, ma altresì uno speciale valore simmetrico. Il fatto che imagini, congruenti e geometricamente simili, possono essere disposte in una direzione, nella quale risalta di più la loro somiglianza fisiologica, senza dubbio ha contribuito a far sì che, da prima, fosse studiato questo genere di analogia geometrica, come meno strano; ad esempio: l'affinità, collineazione ed altre. Non è concepibile una geometria scientifica senza il concorso delle manifestazioni sensoriali e dell'intelligenza. Però H. Hankel nella sua *Storia della matematica* (*Geschichte der Mathematik*, Leipzig, 1874) ha molto bene dimostrato, che nella geometria greca prevale l'elemento intellettivo, nell'indiana quello sensoriale. Gli Indiani usano il principio della simmetria e della somiglianza (op. cit., pag. 206) con una larghezza affatto estranea ai Greci. È frattanto molto considerevole l'opinione, emessa dal Hankel, di collegare e fondere, per un nuovo genere di dimostrazione, la profondità del metodo greco col principio dell'evidenza, proprio di quello indiano. Del resto, si usò finora di seguire soltanto l'impulso dato dal Newton e da G. Bernoulli, che hanno applicato, in modo ancor più generale, il principio della somiglianza nella meccanica. Quali frutti possa dare l'applicazione del principio di simmetria anche in

questo campo, ho già dimostrato in altro lavoro più minutamente (1).

---

(1) Le idee capitali, contenute in questo capitolo, avevo già esposte, benchè meno compiutamente, nella citata dissertazione: *Ueber das Sehen von Lagen und Winkeln* (1861), dipoi nella *Ztschr. für Philosophie* del Fichte, vol. 46°, pag. 5, 1865, e nelle letture: *Le forme dei liquidi*, *La simmetria*, contenute nelle *Letture scientifiche popolari* cit., pagg. 1-14, 77-91, Torino, 1900. Quanto all'utile che, nella meccanica, si può ritrarre dall'applicazione del principio della simmetria, cfr. il mio lavoro: *La meccanica nel suo sviluppo* (*Die Mechanik in ihrer Entwickelung*), Leipzig, Brockhaus, 1883; 4ª ed., 1901.

CAPITOLO VII.

ULTERIORI RICERCHE SULLA SENSAZIONE DELLO SPAZIO [1]

§ 1.

Le cognizioni sulla visione spaziale si sono di molto allargate nel secolo scorso, non solo perchè ci siamo assicurati la ricerca positiva, ma anche perchè

(1) La materia, trattata nel precedente capitolo, non è stata, per quanto so io, ancor fatta oggetto di discussione, tolti tre miei piccoli scritti e quello più recente del Soret. Le osservazioni, che verrò esponendo in questo capitolo, per me, hanno la loro ragione in quelle esposte nel capitolo precedente. Io qui intendo dimostrare, come io stesso sono arrivato a spiegare la sensazione di spazio, senza pretendere di volerne dedurre quello che, a questo riguardo, si poteva ottenere d'altra parte, e specialmente quello che già è compreso nella teoria del Hering. D'altra parte non sono pienamente al corrente della letteratura, riferentesi a questo argomento, per poter dare

si sono tolti da tale campo di studî molti de' pregiudizi apportati da varî filosofi e fisici, particolarmente il Descartes, dovendosi da prima ottenere la semplicità necessaria per le scoperte positive.

Giovanni Müller (1) creò la teoria dell'*energia specifica*, sostenendo molto chiaramente l'opinione della identità dei punti delle retine, opinione che, per chiari indizi ed accenni, possiamo far risalire sino a Tolomeo. Secondo il concetto da lui espresso, che la retina nella sua peculiare attività percepisca sè stessa, lo « spazio visivo » *(Sehraum)* è qualche cosa di immediatamente dato. Nel campo visivo appare anche il nostro proprio corpo. Tutte le questioni di orientamento possono aver recîproca relazione soltanto riguardo alla posizione delle parti del campo visivo. La direzione della vista dipende soltanto dalla disposizione dei punti sensibili sulla retina. Non sussiste alcuna teoria della proiezione, nè alcun problema sulla visione diritta, sebbene le imagini sulla retina siano capovolte. La stima della distanza di un obbietto è dal Müller considerata ancor come fatto proprio dell'intelligenza.

Per mezzo dello stereoscopio, costruito da Weat-

---

giudizi sicuri sotto ogni riguardo. Sovratutto mi fermerò su quel punto della teoria del Hering, che mi pare più importante.

(1) G. Müller, *Vergleichende Physiologie des Gesichtssinnes*, 1826; *Handbuch der Physiologie*, vol. II, 1840.

stone (1), ci possiamo facilmente convincere, che si presentano come semplici ed uniche, sotto date circostanze, non solo imagini che cadono su punti identici delle retine, ma anche imagini che cadono su punti non molto diversi ed a varia distanza, secondo le differenze stereoscopiche. Per questo si mossero nuovamente dubbî intorno all'esattezza della teoria dell'identità e si facilitò l'adozione delle spiegazioni psicologiche quanto alla percezione delle distanze. Ne risultò la teoria del successivo fissare nella visione spaziale, formulata dal Brücke, teoria dimostrata falsa dalle ricerche fatte con lo stereoscopio dal Dove, illuminando momentaneamente con la scintilla elettrica le imagini stereoscopiche.

Panum (2) si contrappose a tale teoria con efficaci considerazioni e con opportune prove. Fondandosi sui fenomeni della rivalità delle due retine e sull'importanza che in essi hanno i contorni, arrivò alla conclusione, che la visione della distanza dipende dalla reazione (sinergia) d'ambedue le retine e che la *sensazione di distanza è una energia specifica innata.* Quanto più simili sono le due imagini binoculari, particolarmente i contorni, nella forma, nel colore, nella disposizione, tanto più facilmente si fondono in

(1) Wheatstone, *Contributions to the theory of vision,* nelle *Phil. transact.,* 1838, 1852.

(2) Panum, *Untersuchungen über das Sehen mit zwei Augen,* 1858.

una sola imagine binoculare, la cui distanza è determinata dalla differenza stereoscopica. Questa distanza poi, secondo il Panum, corrisponde a quella data dalle linee di proiezione.

A fondo, quanto mai, ha battuto gli antichi pregiudizi Hering (1). Egli parte dal concetto, che lo spazio visivo, percepito da noi direttamente, sia da distinguere affatto dal concetto di spazio, che ci andiamo formando per mezzo di esperienze particolari. Infatti, con irrefutabili esperienze, prova che la direzione, nella quale vediamo un obbietto, è diversa da quella della linea, che unisce l'obbietto e la sua imagine sulla retina, cioè della linea di vista o di proiezione. Alle due linee di vista degli occhi corrisponde una direzione visiva, dimezzante il loro angolo e che devesi considerare uscente dal punto di mezzo della linea congiungente i due occhi. Per escludere ogni relazione riguardo allo spazio geometrico, possiamo dire, che ambedue gli occhi veggono insieme la stessa disposizione di larghezza e d'altezza, che potrebbe percepire un occhio solo, posto di mezzo a loro. Se noi fissiamo con direzione orizzontale e con simmetrica convergenza un punto su un vetro della finestra, noi lo vediamo nel

(1) HERING, *Beiträge zur Physiologie*, 1861-5; *Archiv für Anatomie und Physiologie*, 1864-5; *Der Raumsinn und die Bewegungen des Auges*; HERMANN, *Handbuch der Physiologie*, vol. III, parte I, 1879.

piano mediano, ma ad un tempo vediamo in quello stesso altri obbietti, posti più lungi e da una parte e dall'altra. Anche con una piccola divergenza dell'asse degli occhi noi vediamo, nelle prove stereoscopiche, altri obbietti innanzi a noi, su' quali non è direttamente rivolta la linea di proiezione o, per lo meno, non hanno alcun senso fisico e fisiologico. Anche la percezione delle distanze non conferma punto i principî della teoria della proiezione. Se noi con direzione orizzontale facciamo passare parecchi fili verticali per il circolo oropterico del Müller, vediamo questi fili in un piano, sebbene essi siano disposti in circolo.

Non soltanto vediamo l'imagine del punto fissato, il « punto del nucleo » *(Kernpunkt)*, ma anche l'insieme di tutti i punti, la « superficie del nucleo » *(Kernfläche)*, rappresentati sui punti identici (« corrispondenti »), come un piano giacente innanzi a noi ad una determinata distanza. Questi e molti altri fatti analoghi non si possono affatto capire con la teoria della proiezione. Hering riduce la visione spaziale ad un principio semplice. *Gli identici* (corrispondenti) *punti sulle retine hanno identico valore di altezza e di larghezza; i punti delle retine simmetrici hanno identico valore di distanza*, e questi ultimi aumentano dai lati esterni della retina verso il centro. Per la somiglianza quanto al colore, alla forma e disposizione, le imagini monoculari si fondono in una sola binoculare, e questa contiene il valore

medio del valore della distanza delle imagini singole. Particolarmente cotali valori medî delle singole imagini hanno una grande importanza anche per la direzione della vista. Bastino per ora queste dichiarazioni, non essendo questo il luogo di scendere ai numerosi lavori speciali, fondandosi sui quali, Hering (1) mi ha dato sicuro fondamento per questo capitolo. Soltanto dobbiamo ancor notare, che, secondo Hering, ambedue gli occhi sono da considerarsi come un unico organo, i cui movimenti accoppiati dipendono da un innato fondamento anatomico, siccome aveva già dimostrato G. Müller.

Le ricerche biologiche e psicologiche (2) procedono conformemente alla convinzione, che, rispetto ai fenomeni spaziali, soltanto il concetto nativistico può essere sostenuto. Il pulcino, appena uscito dall'uovo, si mostra già orientato nello spazio e becca contro tutti gli oggetti, che attirano la sua attenzione. Per i neonati, al più, possiamo ammettere una più ristretta maturezza, non già relazioni essenzialmente diverse.

Anche Panum ha fatto accenno a tale fatto. L'idea dello spazio è adunque esistente quando nasce il neonato. Se poi noi siamo o no in grado di dichiarare

(1) Fra i lavori de' più giovani studiosi, che si collegano alle ricerche del Hering, quelli di F. HILLEBRAND sono di particolare interesse per la psicologia.

(2) STUMPF, *Der psychologische Ursprung der Raumvorstellungen,* 1873.

questo fenomeno con la storia dell'evoluzione o con la storia della specie, ad un dipresso nel modo tentato dal Helmholtz, è un'altra questione.

Lo sviluppo filogenetico, la variazione della corrispondenza della retina nel passaggio da una specie animale all'altra, studiati dal Müller (1), ci potrebbero in questo caso dare appoggio e conferma. Infine sembrano promettere molto le ricerche sulle anomalie patologiche ne' guerci e sui fenomeni d'accomodamento, che si osservano in questi casi (2).

§ 2.

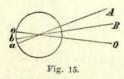
Da lungo tempo ormai è universalmente riconosciuto, che la sensazione di spazio è connessa con processi di movimento. Però, c'è grande disparità di opinioni riguardo al modo col quale avviene questa connessione.

Due imagini di vario colore, fra loro congruenti, si

(1) G. MÜLLER, *Vergleichende Physiologie des Gesichtssinnes*, pag. 106 e seg.

(2) TSCHERMAK, *Ueber anomale Sehrichtungsgemeinschaft d. Netzhäute bei Schielenden*, nell'*Arch.* del GRAEFE, XLVII, 3, pag. 508; *Ueber physiologische und pathologische Anpassung des Auges*, Leipzig, 1900; SCHLODTMANN, *Studien über anomale Sehrichtungsgemeinschaft bei Schielenden*, nell'*Archiv* del GRAEFE, LI, 2, 1900.

riflettano sugli **stessi** punti della retina: esse sono senz'altro riconosciute come forme identiche. Noi possiamo pertanto considerare varie sensazioni di spazio, collegate con varî punti della retina: ma che però queste sensazioni di spazio non siano **immutabilmente** collegate con determinati punti della retina, noi possiamo riconoscere da questo, che noi moviamo liberamente ed a **nostro piacere** gli occhi, mentre gli obbietti non mutano il loro posto, nè la loro figura, sebbene le loro imagini si muovano sulla retina.

Fig. 15.

Io guardo dirittamente innanzi a me fissando un obbietto O; mi s'appresenti ad un tempo ad una certa altezza un obbietto A, il quale si fissi sulla retina in a ad una determinata distanza sotto il punto o, cioè il punto della più chiara visione. Ora, se io alzo lo sguardo fissando B, l'obbietto A mantiene la sua altezza di prima. Certamente io lo dovrei vedere più basso, se il luogo dell'imagine sulla retina, particolarmente l'arco $o\,a$, solo determinasse la sensazione spaziale. Io posso alzare lo sguardo fino in A, senza che in tale relazione ancora si muti qualche cosa. Adunque, il processo fisiologico, che ammette il **volontario alzarsi** degli occhi, possa esso supplire in tutto od in parte la **sensazione dell'altezza**, è, per dirla in breve, algebricamente assommabile con quelli omo-

genei. Se volto all'insù la pupilla leggermente spingendola con un dito, appare invero che l'obbietto *A* si abbassi in corrispondenza all'impicciolirsi dell'arco *o a*. Questo avviene anche se la pupilla gira all'insù per un qualsiasi processo sconosciuto od involontario; ad esempio, una contrazione dei muscoli dell'occhio. Secondo un'esperienza degli oculisti, da parecchi decenni ormai conosciuta, gli ammalati di paralisi al *rectus externus,* se vogliono prendere un obbietto che stia a destra, portano la mano troppo a destra. E poichè essi hanno bisogno, per osservare un obbietto posto a destra, di un impulso volitivo più forte che non quelli che sono sani, si può facilmente pensare, che il voler guardare a destra ammetta la sensazione ottica « destra » dello spazio. Anni fa (1) osservai questo fatto con una prova che ognuno può far tosto di per sè. Si girino gli occhi, per quanto è possibile, verso sinistra e si premano contro la parte destra delle pupille, due grossi globuli di smalto da vetraio abbastanza solido; si tenti quindi di girare rapidamente lo sguardo a destra, e ciò avverrà non compiutamente per la forma dell'occhio non perfettamente sferica, e gli obbietti si sposteranno di molto verso destra. La sola volontà di guardare a destra apporta adunque a ciascun punto della retina un più grande valore di destra *(Rechtswerthe)*, per dirla

(1) Poco dopo la pubblicazione delle mie *Grundlinien* ecc., citate.

in breve. La prova da principio dà un effetto straordinario. Osservando però poco dopo, ambedue le semplici esperienze ci dimostrano insieme, che gli obbietti non si spostano per il movimento volontario degli occhi a destra, e che si spostano verso destra invece per un movimento verso sinistra forzato, involontario. Se io voglio e non posso volgere a destra l'occhio, questo si può considerare, come un occhio che volontariamente tende a volgersi a destra e per forza esterna è costretto a volgersi a sinistra. Il professore William James (1) non volle convenire in questa prova. Io l'ho fatta più volte e sempre con buon esito. Essa, per conto mio, è sicura, ma con questo naturalmente non si può dire, che sia decisivo per affermare la giustezza di tale teoria.

§ 3.

Il volere che determina i movimenti dell'occhio, o l'innervazione (?), è appunto la sensazione di spazio: questo chiaramente consegue dalle considerazioni sopra esposte (2). Se noi sentiamo su un punto della

(1) W. James, *The principles of Psychology,* II, p. 509.

(2) M'attengo qui fermo alla dimostrazione che mi si è presentata direttamente, senza pregiudicare ulteriori ricerche. Qui, ed in seguito, lascio ancor indeciso, se l'inner-

cute prurito od una puntura, sì da attirare la nostra attenzione, noi l'apprendiamo tosto direttamente per mezzo di movimenti. Parimente noi rivolgiamo tosto gli occhi con moto diretto ad una imagine sulla retina se essa ci eccita bastantemente e quindi l'osserviamo.

Direttamente, per mezzo di disposizioni organiche e di lunga pratica, possiamo riconoscere l'innervazione sufficiente a fissare un obbietto, riflettentesi in un determinato punto della retina. Abbiamo, ad esempio, gli occhi volti a destra, e cominciamo ad osservare un nuovo obbietto, posto più a destra od a sinistra: si aggiungerà algebricamente una nuova innervazione simile alla preesistente. Anzitutto avverrà un turbamento se, alle innervazioni volontariamente determinate si aggiungeranno involontarie forze attive, eterogenee od esterne.

§ 4.

Quando, anni fa, m'accinsi a trattare tale questione, osservai un fatto che, per quanto io so, non è ancor stato descritto. Consideriamo in una stanza perfettamente scura un lume A e quindi con rapido mo-

---

vazione sia una conseguenza della sensazione di spazio o viceversa. Ad ogni modo sono di certo fra loro congiunte strettamente.

vimento giriamo lo sguardo su un altro lume *B*, posto più abbasso. Il lume *A* pare che segni allo insù una coda *A A'*, che tosto sparisce; lo stesso fa il lume *B*. Noi non lo segniamo nella figura, soltanto per evitare complicazioni. Tale coda è un'imagine subbiettiva che vien percepita dopo che è finito o poco prima che sia finito il movimento dell'occhio; però, ciò che è notevole, con valori locali, i quali non corrispondono già alla nuova posizione dell'occhio ed alla nuova innervazione, ma alla posizione dell'occhio ed alla innervazione precedente. Simili fenomeni si osservano spesso negli esperimenti con la macchina elettrica di Holtz. Se, mentre guardiamo in giù, ci colpisce una scintilla, essa ci appare spesso in alto, sopra gli elettrodi. Se essa persiste, si mostra naturalmente sotto gli elettrodi. Questi fenomeni corrispondono alla così detta *differenza personale* degli astronomi; soltanto che essi si limitano al campo visivo. Non possiamo ancor determinare per quali disposizioni organiche avvenga questa relazione, ma verosimilmente ha un determinato valore ad impedire il disorientamento nei movimenti degli occhi (1).

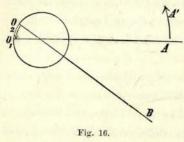



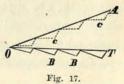
Fig. 16.

(1) Un'altra opinione, riguardo a ciò, sostiene il Lipps,

§ 5.

Fino ad ora, per maggior semplicità, abbiamo considerato il caso particolare, che si muovano gli occhi che fissano e rimanga fermo il capo (e sovratutto il corpo). Ora, se giriamo a nostro talento il capo, senza voler considerare particolarmente un obbietto ottico, gli obbietti rimangono fermi. Ma ad un tempo un altro osservatore può notare, che gli occhi non partecipano al movimento rotatorio, come masse inerti malamente sfregate. Ancor più notevole si presenta il movimento se avviene continuamente attivo e passivo intorno ad un asse verticale e visto dal di sopra, quasi nel senso dell'indice d'un orologio.

Gli occhi, come ha osservato Breuer, chiusi od aperti che siano, mentre il corpo intero fa un giro su sè stesso, ne fanno circa dieci. Se con rotazione uniforme, con movimento contrario a quello dell'indice d'un orologio e, se a scosse, precisamente nel senso dell'indice dell'orologio. La fig. 17 dichiara appunto tale fenomeno. Nel senso di OT sono segnati i tempi come ascisse, all'insù come ordinate gli angoli

Fig. 17.

di movimento nel senso dell'indice dell'orologio, in giù

Ztschr. f. Psychologie u. Physiologie der Sinnesorgane, I, pag. 60.

nel senso contrario. La curva *OA* corrisponde al movimento del corpo, *OBB* al giro relativo degli occhi, e *Occ* al movimento assoluto degli occhi. Ognuno che osservi ripetutamente il fatto, potrà convincersi, che si tratta di un movimento degli occhi automatico (involontario) prodotto di riflesso dal labirinto per il girare del corpo. Sparito questo, non si avverte più il movimento rotatorio (passivo); naturalmente si deve ancor ricercare come si sviluppi tale movimento. Una spiegazione molto semplice sarebbe, che lo stimolo di due organi d'innervazione antagonistici, ricadendo ugualmente su di loro per il moto rotatorio del corpo, da uno è corrisposto nuovamente con una uguale corrente d'innervazione, mentre l'altro, sempre secondo un dato tempo, dà come un urto all'innervazione, come un pluviometro sensibile, che improvvisamente perda l'equilibrio. Per noi basta sapere, che questi movimenti degli occhi automatici, istintivi e compensatisi, sono realmente esistenti.

È conosciuto il movimento rotatorio di compenso negli occhi, che dipende da una inclinazione laterale del capo. Nagel (1) ha dimostrato che esso è uguale ad $^1/_{10}$ — $^1/_6$ dell'angolo di inclinazione del capo. Con un apparato rotatorio Breuer e Kreidl (2)

(1) Nagel, *Ueber compensatorische Raddrehungen der Augen*, nella *Ztschr. f. Psychol. u. Physiol. d. Sinnesorgane*, vol. XII, pag. 338.

(2) Breuer e Kreidl, *Ueber scheinbare Drehung des*

hanno scoperti e determinati questi fatti, com'io dirò in breve con le loro parole:

« Noi riconosciamo, col Purkynie e col Mach, la
» direzione dell'acceleramento delle masse: se questa
» direzione si muta, inframmettendo un altro acce-
» leramento orizzontale, che agisce sui fianchi del
» corpo, si ottiene un movimento degli occhi, il quale
» persiste durante il persistere dell'influenza di que-
» st'altro acceleramento e corrisponde alla metà (0,6)
» dell'angolo d'inclinazione. Il movimento rotatorio
» del campo spaziale, la posizione obliqua d'una ver-
» ticale, considerata sotto tali relazioni, dipende
» adunque da un movimento rotatorio istintivo ed
» attivo degli occhi ».

Debbo qui da ultimo ricordare ancora dei lavori importanti di Crum Brown (1) sui movimenti di compenso negli occhi.

Gesichtsfeldes während der Einwirkung Centrifugalkraft, nell'*Archiv* del Pflüger, vol. LXX, pag. 494.

(1) Crum Brown, *Note on normal nystagmus*, nei *Proceedings of the Royal Society of Edinburg*, febbraio, 1895, fasc. 4°; *The relation between the movements of the eyes and the movements of the head*, in *Robert Boyle lecture*, maggio 1895, fasc. 13°.

§ 6.

Il movimento di compenso degli occhi involontario, lento produce l'effetto che gli obbietti mantengano sempre il loro posto, non ostante la rotazione del capo (perchè il movimento a scosse non ha effetto ottico), e questo è di molto importante per l'orientamento. Se noi invece volgessimo volontariamente, nello stesso senso del capo, anche gli occhi, mutando obbietto, noi dovremmo sovraccompensare, con l'innervazione volontaria, l'innervazione automatica ed involontaria. Ci è necessaria la stessa innervazione, come se affatto fosse percorso tutto l'angolo di rotazione: quindi si spiega altresì perchè tutto lo spazio, che vediamo, quando noi ci volgiamo all'intorno, non s'appresenti come un aggregato di campi di vista, ma come un tutto continuo, e perchè gli obbietti ottici vi rimangano al loro posto. Così le parti del nostro corpo, che noi vediamo mentre giriamo su noi stessi, si mostrano in rotazione per chiare ragioni.

Così noi arriviamo alla intuizione, praticamente importante, del nostro corpo che si muove in un ambiente che non si muove. È chiaro, che quando giriamo e rigiriamo per le vie della città o dentro edifizi, o quando siamo trasportati passivamente in carrozza od in una cabina, anche nell'oscurità, non perdiamo l'orientamento. Certamente a poco

a poco ed impercettibilmente perdiamo coscienza delle coordinate fondamentali, dalle quali siamo partiti, ma tosto di nuovo le designiamo dagli oggetti circostanti. Il disorientamento speciale, nel quale ci troviamo talvolta di notte, svegliandoci improvvisamente, senza più riconoscere da qual parte si trovi la finestra o la porta, ecc., può aver sua causa fondamentale in sogni di movimento, immediatamente precedenti al nostro svegliarci.

Relazioni simili a quelle del movimento rotatorio del corpo si palesano specialmente nei movimenti di spostamento del corpo. Se sposto il capo o tutto il corpo lateralmente, senza lasciar di fissare con l'occhio un obbietto, mi pare che questo stia fermo, mentre gli obbietti lontani sembrano muoversi in senso uguale a quello del mio corpo, quelli vicini sembrano muoversi parallatticamente al nostro corpo, ma in senso contrario. Questi rivolgimenti parallattici sono osservati comunemente, ma non turbano nulla e sono giustamente interpretati. Però nell'inversione monoculare di una rete metallica del Plateau avvengono de' movimenti parallattici insoliti per il senso e la misura e ci fan parere che l'obbietto giri (1).

(1) Cfr. le mie *Beobachtungen über monoculare Stereoscopie (Osservazioni sulla stereoscopia monoculare)*, nei *Sitzungsber. d. Wien. Akad.*, vol. 58°, 1868.

§ 7.

Quando giro il capo, non soltanto io veggo muoversi quella parte, che io particolarmente posso vedere — il che risulta chiaro da quanto si è già detto — ma anche la sento in movimento. Questo dipende dal fatto che nel campo del senso del tatto sussistono relazioni affatto analoghe a quelle che sussistono nel campo della vista (1). Se io stendo

(1) L'ipotesi che il senso della vista e del tatto contenga, per così dire, come elemento comune, lo stesso senso dello spazio, fu emessa dal Locke, e dal Berkeley di nuovo confutata. Anche il DIDEROT, nelle *Lettres sur les aveugles*, è del parere, che nei ciechi il senso dello spazio sia affatto diverso da quello di chi vede. A tal proposito si confrontino le acute osservazioni del dott. TH. LOEWY (*Common sensibles. Die Gemein-Ideen des Gesichts und Tastsinnes nach Locke und Berkeley*, Leipzig, 1884), anche se le sue conclusioni non si possono accettare. Il fatto che il cieco-nato, anche dopo l'operazione, non riesce a distinguere per mezzo della vista il cubo, e così pure la sfera, che sa ben riconoscere per mezzo del tatto, non dice nulla per me nè contro l'ipotesi del Locke, nè in favore di quella del Berkeley e del Diderot. Anche chi vede, riconosce soltanto, per l'abitudine acquistata, una figura che sia anche soltanto rovesciata. Come avrebbe potuto scrivere un trattato di geometria, intelligibile per chi vede, anche il cieco

la mano per prendere un obbietto, una sensazione di tatto si congiunge con una innervazione. Se guardo l'obbietto, in luogo di una sensazione di tatto, v'ha una sensazione di luce. Si possono quindi avere sensazioni di tatto anche senza toccare gli ob-

---

Saunderson, se Locke avesse torto! Se tentasse un cieco di scrivere una teoria dei colori! Certamente esistono analogie fra il senso spaziale della vista e quello del tatto. Di ciò già dissi qualcosa parlando del lavoro del Soret (pag. 142 sg.), e qualche indizio si ritrova già nella scuola aristotelica. Infatti nei *Parva naturalia* si fa cenno dello esperimento con la pallottola che si percepisce come se fossero due, quando si ponga fra l'indice ed il medio, incrociati l'un sull'altro. La stessa percezione provo più chiaramente, quando appoggio le dita, così incrociate, su un bastoncino. Introducendo poi le dita, incrociate nello stesso modo, fra due bastoncini paralleli in modo da sfregarli, si percepiscono i due bastoncini come se fossero un solo. È chiara qui l'analogia fra la duplice visione di un obbietto solo e la visione di due obbietti, come se fossero uno solo. Ma anche le differenze sono così gravi che, chi vede, difficilmente si forma dello spazio la stessa rappresentazione del cieco, giacchè v'aggiunge e vi fonde insieme sempre le sue rappresentazioni visive. Persino uno scienziato, quale il Diderot, cadde nel singolare errore di negare al cieco la fantasia dello spazio. Di grande utilità alla soluzione di questo problema sono pure lavori come quelli del Loeb, *Ueber das Fühlraum* (cfr. pag. 137), e del Heller, *Studien zur Blinden-Psychologie* (Leipzig, 1895).

bietti, purchè su questi si rivolga l'attenzione, poichè essi danno, complessa, con un'innervazione mutabile, la rappresentazione del nostro corpo in movimento, essendo così pienamente d'accordo con quella percepita per mezzo della vista.

Le sensazioni tattili, come si può dire in breve, sono dislocate adunque per causa di movimenti attivi. I movimenti passivi del nostro corpo danno innervazioni e movimenti di compenso riflessi e svolgentisi inconsciamente. Se, ad esempio, io mi giro a destra, le mie sensazioni cutanee si connettono con le innervazioni stesse, che sono collegate col contatto degli obbietti durante il movimento di rotazione a destra; ed io percepisco di essermi girato verso destra. Se invece mi volgo passivamente verso destra, si produce di riflesso lo sforzo di compensare il movimento di rotazione. Se io rimango fermo, o sospendo il moto di rotazione verso sinistra, sento anche di esser tale, ed avrò ancora bisogno della stessa volontaria innervazione, di cui avrei bisogno per un movimento attivo di rotazione a destra, e che produrrà la medesima sensazione.

§ 8.

Tale semplice relazione, qui esposta, io l'aveva già intravvista, sebbene non pienamente, quando composi il mio lavoro sulle sensazioni di movimento. Però rimasero anche in seguito alcuni fenomeni, osservati

parte da Breuer, parte da me, i quali difficilmente si potevano capire e che ora — e lo farò in breve — si possono spiegare senza difficoltà. Se un osservatore, chiuso in una cassa, vien girato con passivo movimento verso destra, vede la cassa otticamente girare, sebbene gli manchi ogni punto d'appoggio per constatare la relativa rotazione. I suoi occhi girano con involontari movimenti di compenso verso sinistra, e le imagini sulla retina si spostano in modo che egli avverte un movimento verso destra. Ma se egli fissa la cassa, deve volontariamente compensare i movimenti involontari, e di nuovo avverte un movimento verso destra. Gli è chiaro pertanto che la spiegazione del movimento apparente del capogiro data dal Breuer è esatta e che per questo la percezione della rotazione non cessa con la fissazione volontaria degli obbietti visibili. Anche gli altri casi di capogiro, ricordati nel mio scritto, si spiegano in modo analogo (1).

Per esempio, se noi camminiamo in avanti, o ci rivoltiamo, non abbiamo soltanto la sensazione di ogni successiva posizione delle parti del nostro corpo, ma anche la sensazione molto più chiara di un movimento in avanti o di rotazione. In fatto noi non ci formiamo il concetto complessivo del movimento

(1) *Grundlinien der Lehre von den Bewegungsempfindungen* (*Linee fondamentali della teoria delle sensazioni di movimento*), pag. 83, Leipzig, Engelmann, 1875.

in avanti dalle sensazioni dei singoli movimenti delle
gambe, o, per lo meno, non abbiamo necessità di farlo.
Si danno anche dei casi ne' quali la sensazione del
movimento in avanti è chiaramente percepita, man-
cando affatto il movimento reale delle gambe. Ciò
avviene, ad esempio, ne' viaggi in ferrovia, od anche
al solo pensiero d'un viaggio, ricordando luoghi lon-
tani, ecc. Questo può succedere solo perchè il vo-
lere girare o procedere, dal quale le estremità
ripetono i loro stimoli motori, che possono essere
anche modificati da speciali innervazioni, è di na-
tura relativamente semplice. Qui si possono ricor-
dare altre relazioni simili, se pur più complicate,
come quelle de' movimenti degli occhi, così bene stu-
diati dal Hering, cui ancor noi ci accordiamo.

Si può supporre che le sensazioni di movimento
relativamente semplici, eccitate dal labirinto, siano
in strettissima relazione con la nostra volontà di
moto (1). Queste sensazioni di movimento potrebbero
anche corrispondere ai sentimenti di dire-
zione ammessi dal Riehl (2), anzi da lui partico-
larmente ricercati. Esse sono proprie tanto al cieco
quanto a chi vede, e si formano avendo, come fon-
damento importante, l'accordo col senso del tatto.

Una lunga serie di esperienze sulle sensazioni ot-
tiche e su quelle di movimento m'hanno condotto a

(1) Mach, op. cit., pag. 124.
(2) Riehl, *Der philophische Kriticismus*, vol. II, p. 143.

questo principio: « Si vede come se lo spazio visi-
» bile girasse in un altro spazio, che si mantiene
» fermo, sebbene la benchè minima visibilità non con-
» traddistingua quest'ultimo ». In fatto lo spazio che
si percepisce per mezzo delle sensazioni di moto ap-
parisce l'originario, il primitivo (1).

Preoccupato da' criteri fisici, io era propenso a credere che le sensazioni d'acceleramento progressivo si comportassero in modo perfettamente analogo alle sensazioni di movimento angolare. In fatto ad ogni fisico, che s'attenga alla nostra opinione, tosto si presentano alla mente le tre equazioni per il movimento rotatorio e quelle tre per il movimento progressivo d'un corpo. D'altronde, io credetti di poter supporre speciali sensazioni della posizione del capo corrispondentemente al principio dell'energia specifica. Breuer (2) in successive ricerche ha dimostrato essere molto probabile che le sensazioni del movimento accelerato progressivo svaniscano più presto che quelle del movimento di rotazione, cioè che forse l'organo del primo, almeno nell'uomo, è più attutito. Da ultimo, Breuer trova che si può aggiungere, al di fuori dei canali semicircolari B, ancor solo l'apparato otolitico O adatto, co' suoi piani d'inclinazione, rispondenti ai piani dei canali semicircolari, a segnare gli

(1) MACH, *Bewegungsempfindungen*, cit., pag. 26.

(2) BREUER, *Ueber die Function des Otolithen-Apparates*, nell'*Archiv* del PFLÜGER, XLVI, pag. 195.

acceleramenti progressivi e ad un tempo le singole posizioni. I tre componenti la gravità determinano le posizioni del capo secondo i tre piani di inclinazione. Ogni mutamento di posizione muta i componenti e mette ad un tempo momentaneamente in funzione l'apparato dei canali semicircolari. Gli acceleramenti progressivi mutano questi componenti senza implicare mutamento nell'apparato dei canali semicircolari. Si hanno quindi, secondo Breuer, le tre combinazioni: O solo, $O + B$ e B solo; e queste combinazioni sono sufficienti per notare e distinguere tutti i casi. E questo, se si avvererà, sarà una notevole semplificazione.

Se io fossi ancor in grado di sperimentarlo, vorrei ricercare ancor di bel nuovo le sensazioni di movimento in sè stesse. Mi par già notevole abbastanza la differenza fra il valore delle sensazioni di acceleramento progressivo e quello delle sensazioni di movimento angolare. L'acceleramento nel moto rotatorio dà una sensazione, la quale, anche dopo che l'acceleramento è divenuto $= 0$, si mantiene a lungo diminuente in quantità (1) ben osservabile. L'acceleramento progressivo si sente puro soltanto quando i corpi cadono o s'alzano con acceleramento in direzione verticale. Se cessa l'acceleramento, anche la sensazione cessa. Il mezzo più semplice per dimostrare un acceleramento costante, con direzione

(1) *Bewegungsempfindungen*, cit., pag. 96, esperim. 2°.

costante per il corpo, è il moto rotatorio uniforme. Noi non sentiamo più il girare *uniforme*. Ma anche l'acceleramento centrifugo *costante* non risveglia l'illusione dell'essere trasportati secondo la propria direzione, ma la sensazione di un mutamento di posizione, che di nuovo cessa insieme col cessare di quell'acceleramento centrifugo. Adunque, si esaurisce l'acceleramento progressivo costante come stimolo, o la sensazione muta suo carattere con l'essere costante lo stimolo? Si potrebbero pertanto supporre in essa *due* elementi.

Non percepiamo già il movimento *uniforme*, ma esclusivamente l'*acceleramento*. Agli elementi del mutamento nella celerità progressiva ed angolare corrispondono elementi di sensazioni di movimento, de' quali almeno quest'ultimi persistono con forza che *si va sempre più affievolendo*, e si possono assommare come quelli algebricamente, così che ad un movimento (cominciando di solito dal valore $= 0$) dato in breve tempo è coordinata una sensazione ρ, corrispondente al *totale* dei mutamenti di celerità, cioè alla celerità ν raggiunta alla fine (1). La quantità delle impressioni visive e tattili cresce ora con ρ e con τ. Non fa meraviglia che l'esperienza c'insegni ad interpretare astrattamente ρ come velocità e $\rho.\tau$ come uno spazio, quantunque ρ in sè non abbia nulla da fare naturalmente con un concetto spaziale. Mi

(1) MACH, op. cit., pag. 116 e seg.

pare d'aver con questo rimosso il residuo di quel paradosso che mi turbava fin dal 1875, quando composi il mio lavoro sulle sensazioni di movimento e che turbò, a quel che veggo, anche altri (1).

§ 9.

Le seguenti ricerche e considerazioni, che si ricollegano a quelle espresse in una mia più antica comunicazione (2), faciliteranno forse la retta opinione su questi fenomeni. Poniamoci su un ponte ed osserviamo l'acqua che scorre sotto: noi sentiamo in generale d'esser fermi, mentre l'acqua la percepiamo in movimento: se continuiamo a fissare un po' più a lungo e attentamente l'acqua, ad un tratto ci pare che il ponte con noi stessi e tutti gli oggetti intorno all'acqua si muovano, mentre l'acqua sembra ferma (3). Il movimento relativo degli obbietti è

---

(1) Mach, p. cit., pag. 122 (10).

(2) Idem, *ibidem*, pag. 85.

(3) Simili impressioni nelle più varie forme si provano se ci si trova fra parecchi treni, parte in movimento, parte fermi. Una volta che feci un'escursione sull'Elba con un battello a vapore, al momento dell'arrivo provai sovratutto l'impressione che il battello stesse fermo e tutta la costa si movesse in senso contrario: ciò schiariranno facilmente le spiegazioni seguenti.

in ambedue i casi lo stesso e si ha in ciò un valido fondamento fisiologico, perchè or l'una, or l'altra parte degli oggetti è percepita in movimento. Per poter osservare e studiare meglio tale fatto, mi costruii un apparecchio molto semplice, quale si vede nella fig. 18. Si ponga un tappeto di così detta tela-corame operata su due rotoli lunghi due metri, distanti fra loro tre metri, in posizione orizzontale. Per mezzo di una manovella si mettano in movimento uniforme nel senso della freccia. Di traverso, sopra il tappeto, all'altezza di circa 30 cm., sia un filo *ff* con un nodo *K*, che serve all'occhio del l'osservatore come punto di fermata. Se l'osservatore segue con l'occhio il disegno trapunto sul tappeto girante nel senso della freccia, vede questo in movimento e tutto l'ambiente circostante fermo. Continuando a fissare il nodo, gli pare ad un tratto di essere egli stesso in moto con tutta la stanza in senso contrario alla freccia, mentre gli pare che il tappeto sia fermo. Questo mutamento nel modo di vedere si compie in maggiore o minor tempo, secondo la disposizione, comunemente in pochi secondi. Quando si sia osservato una volta come tale fatto avvenga, si possono facilmente e volontariamente e rapidamente scambiare ambedue tali impressioni. Finchè l'osservatore segue il corso del tap-

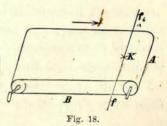



Fig. 18.

peto, percepisce d'essere fermo; ogni qualvolta fissa *K* e non osserva attentamente il tappeto, sì che all'occhio suo si confondano i disegni di questo, a lui di nuovo pare d'essere in movimento. Però due insigni ricercatori, ch'io tengo in gran pregio, non concordano con me sulla realtà di una tale esperienza. L'uno è W. James (1), l'altro Crum Brown (2). Tuttavia ho fatto spessissime volte questa prova e sempre ne ho ottenuto il medesimo resultato. Ma dacchè ora non sono più in grado di far esperimenti, debbo rinunziare ad una nuova prova, per la quale si raccomanda il metodo delle imagini subbiettive persistenti, descritto dal Brown.

Conviene qui anzitutto astrarre dalle differenze delle teorie di questi esperimenti.

§ 10.

Il fenomeno è evidentemente affatto diverso da quello chiamato col nome di « Plateau-Oppel », che è un fenomeno **locale** della retina. Nell'esperimento sopra ricordato si muove tutto l'ambiente **chiaramente** osservato; nell'ultimo fenomeno, invece, si stende un **velo muoventesi** sull'oggetto fermo.

---

(1) W. James, *Principles of Psychology*, II, pp. 512 sgg.

(2) Crum Brown, *On normal of nystagmus*. Cfr. pp. 161 e seguenti di questo scritto.

Anche i fenomeni stereoscopici, che si presentano secondariamente, fra i quali, ad esempio, quello in cui il filo col nodo apparisce sotto il tappeto stendentesi come trasparente, sono qui affatto indifferenti.

Nel mio lavoro sulle sensazioni di movimento (pagina 63) ho già constatato che ai fenomeni di « Plateau-Oppel » sta a fondamento un processo speciale, che non ha niente da fare con le altre sensazioni di movimento. Quivi così mi espressi: « Corrispondente-» mente, dovremo pensare, che col movimento di una » imagine sulla retina sia eccitato un particolare » processo, il quale non esiste punto finchè l'imagine » è in riposo, e che ne' movimenti contrarî siano ecci-» tati in organi simili processi affatto simili, i quali » però si escludono fra loro in modo che gli uni ces-» sino all'appresentarsi di uno degli altri, e, cessando » questi, quelli ricompariscano ». Questo pare che abbiano intravvisto S. Exner e Vierordt, i quali più tardi hanno manifestato, su questo stesso argomento, simili opinioni.

§ 11.

Prima di venire alla spiegazione dell'esperimento, noi lo vogliamo ancor variare. Un osservatore, che sia in *B* (fig. 18), pensi di muoversi con tutto l'ambiente in date condizioni verso sinistra. Portiamo al di sopra del tappeto *TT* (fig. 19), lungi, uno specchio *SS*, inclinato di 45° sull'orizzonte. Consideriamo

ora per SS l'imagine $T'T'$ data dallo specchio, ponendoci dinanzi al naso un ostacolo nn, il quale toglie all'occhio O lo sguardo diretto su TT. Se si muove TT nel senso della freccia mentre fissiamo K', cioè l'imagine di K riflessa dallo specchio, crediamo di sprofondare tosto con tutta la camera: se si produce il movimento inverso, a noi parrà di salire in alto come in un pallone areostatico (1). Infine qui cadono in acconcio le prove, già da me descritte (2), coi tamburelli di carta, alle quali s'applica anche la seguente esplicazione: *Tutti questi fenomeni non sono puramente ottici, ma sono accompagnati da una evidente sensazione di moto di tutto il corpo.*

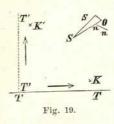



Fig. 19.

§ 12.

Ora come dovremo conformare il nostro pensiero per disporvi nel modo più semplice possibile i fatti

---

(1) Manifestazioni di tal genere si presentano spesso anche senza cercarle. Una volta d'inverno la mia figliuolina stava alla finestra ad osservare una forte nevicata, mentre il tempo era calmo; ad un tratto si mette a gridare che stava salendo in alto con tutta la casa.

(2) MACH, *Bewegungsempfindungen* cit., pag. 85.

accennati? Gli obbietti in movimento eccitano, come ognun sa, uno speciale stimolo di movimento sull'occhio, attirando l'attenzione e quindi lo sguardo. Se realmente lo sguardo li segue, dobbiamo ammettere, secondo quello che fino ad ora abbiamo detto, che gli obbietti appariscono in movimento. Però l'occhio, non ostante che gli obbietti siano in movimento, può rimanere fermo a lungo andare, ed allora lo stimolo costante di movimento, da quelli risultante, deve essere compensato da una costante corrente d'innervazione, che ridonda all'apparato motore dell'occhio, appunto come se il punto fermo fissato fosse di rincontro in moto uniforme, e se lo si volesse seguire con l'occhio. Però se questo avviene, tutto che si fissa, pur essendo fermo, dovrebbe apparire in movimento. D'altra parte, non è necessario che questa corrente d'innervazione sia sempre accompagnata con intento consaputo, se esso proviene soltanto dallo stesso centro e per la medesima via, onde procede il fissare volontario. Nè fa bisogno di alcun preparativo per osservare i fatti or dichiarati. Noi vi siamo continuamente in mezzo. Ad esempio: io procedo innanzi per un semplice atto di volontà; ebbene, le mie gambe compiono i loro movimenti senza ch'io me ne dia particolare cura, ed i miei occhi si dirigono e stan fissi alla mira, senza lasciarsi distrarre dalle imagini riflesse sulla retina e che si muovono in causa del mio camminare. Tutto ciò avviene per un atto di volontà e quest'atto

di volontà è la sensazione stessa del movimento in avanti. Quando ancor si presenti lo stesso processo, od una sua parte, possono gli occhi continuamente resistere allo stimolo di una massa di obbietti in movimento; donde la sensazione di movimento, secondo gli esperimenti accennati.

Se noi osserviamo un bambino in ferrovia, notiamo che i suoi occhi *seguono* costantemente, nel loro movimento oscillatorio, gli obbietti esterni, che sembrano correre. Anche l'adulto, quando, senza altra preoccupazione, sia soggetto ad una tale impressione, prova la stessa sensazione. Se io, in ferrovia, procedo in avanti, tutto lo spazio alla mia sinistra si gira, per ovvie ragioni, nel senso dell'indice d'un orologio intorno ad un asse verticale molto lontano; ed in senso inverso lo spazio alla mia destra. Se io *resisto* al succedersi degli obbietti, ecco che provo la sensazione di movimento in avanti.

§ 13.

Come ognun sa, le mie opinioni sulle sensazioni di movimento sono state più volte impugnate; però, a dire il vero, la polemica fu sempre diretta soltanto contro quell'*ipotesi*, cui io stesso non ho mai data alcuna particolare importanza. E questo mio scritto dà appunto la prova, ch'io sono sempre disposto a modificare la mia opinione secondo i fatti,

che sono accertati. Tranquillo, lascio ai posteri di giudicare fino a qual punto io abbia colto nel segno. D'altra parte, non posso tralasciar di accennare, che favorevolmente fu giudicata l'opinione, sostenuta da me, anche da Breuer e da Brown. E debbo tosto ricordare le prove raccolte dal Guye d'Amsterdam (1). Il Guye osservò, in malattie dell'orecchio mediano, movimenti di vertigine riflessi del capo, soffiando dell'aria nella cavità del timpano, e trovò un ammalato, sul quale potè studiare con sicurezza il senso ed il numero di tali movimenti, che egli provava in seguito all'iniezione di liquidi. Il prof. Crum Brown, nella sua nota: *On a case of dyspeptic vertigo* (nei *Proceedings of the Royal Society of Edinburgh*, 1881-1882), descrive un interessante caso patologico di vertigine da lui osservato, che, nel suo complesso, si spiega per l'eccessivo aumentare d'intensità e per il prolungarsi della durata della sensazione, che seguiva ogni giro. Quanto mai importanti poi sono le osservazioni di William James (2). Questi scoperse una relativa anestesia, sorprendentemente prevalente nei sordo-muti, contro la vertigine, ed una incertezza abbastanza grande nel loro camminare ad occhi

(1) GUYE, *Du Vertige de Ménière. Rapport lu dans la section d' otologie du congrès périodique international de sciences médicales à Amsterdam,* 1879.

(2) W. JAMES, *The sense of dizzines in deafmutes*, in *American Journal of Otology*, vol. IV, ottobre 1882.

chiusi ed, in certi casi, un forte disorientamento quando sono immersi sott'acqua, donde un'inquietudine ed una generale incertezza del di sopra e del di sotto. Queste osservazioni maggiormente confermano quello che si doveva dedurre dalla mia opinione, che, cioè, è attutito in gran parte il senso del proprio equilibrio, e quindi risultano più necessari gli altri due sensi d'orientamento, cioè il senso della vista ed il senso muscolare, il quale perde ogni punto d'appoggio quando vien annullato, per così dire, il peso del corpo con l'immersione sott'acqua.

Per lo contrario, non è sostenibile l'opinione, che soltanto per mezzo dei canali semicircolari possiamo percepire il senso dell'equilibrio e dei movimenti.

Infatti, sensazioni di movimento hanno, forse, con la massima probabilità, anche certi animali inferiori, che sono privi d'un organo corrispondente ai canali semicircolari. E fino ad ora niun tentativo mi risultò con profitto a tale riguardo. Le esperienze però descritte dal Lubbock nel suo lavoro: *Formiche, api, vespe* (Leipzig, Brockhaus, 1883, pag. 220), mi riescono molto più intelligibili, accettando la teoria delle sensazioni di movimento. E poichè varî tentativi d'altri probabilmente vi s'accostano, non credo inutile di parlare anche d'un apparato da me già brevemente descritto nell'*Anzeiger der Wiener Akademie* (30 dicembre 1875). Infatti, altri apparati di tal genere furono più tardi costruiti da Govi ed Ewald, e furono in seguito chiamati *Ciclostati*.

Tale apparecchio serve per osservare come si comportano gli animali durante una rapida rotazione. Ora, dacchè a causa della rotazione l'imagine divien confusa, bisogna, per l'occhio, separare e togliere la rotazione passiva, sì che i movimenti dell'animale si possano osservare indipendentemente e liberamente.

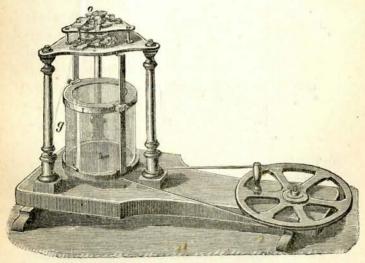



Fig. 20.

Si riesce a togliere otticamente la confusione della imagine apportata dalla rotazione semplicemente col lasciar ruotare sovra il disco della macchina centrifuga ed intorno allo stesso asse, per mezzo di un ingranaggio, un prisma di riflessione con una velocità, uguale alla metà di quella del disco, e nello stesso senso.

La fig. 20 dà un'idea dell'apparecchio. Sul piatto della macchina centrifuga si trova un vaso di vetro g, nel quale si rinchiude l'animale da osservare. Per mezzo di ingranaggi l'oculare o gira nello stesso senso di g, ma con una velocità metà di quella di g. La fig. 21 mostra l' addentellato schematicamente in particolare. L'oculare OO ed il vaso gg girano intorno all'asse AA, mentre un paio di ruote dentate, che sono fermamente unite fra loro, si muove intorno all'asse BB. Il raggio della ruota dentata aa sia $= r$; allora r è quello di bb, $\frac{2r}{3}$ quello di cc, e quello di dd sarà $\frac{4r}{3}$, e così si ottiene la relazione di velocità di oo e gg che si vuole ottenere.

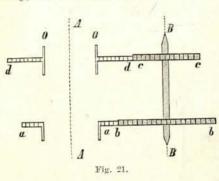



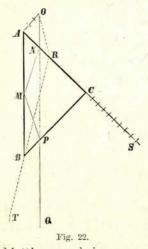
Fig. 21.

Perchè l'apparato sia centrato, si pone sul fondo del disco del vaso g uno specchio S, provvisto di viti di richiamo, e lo si regola in modo che durante la rotazione le imagini in quello appariscano ferme: ed è pertanto perpendicolare all'asse di rotazione dell'apparecchio. Si applica quindi al tubo oculare vuoto un altro piccolo specchio S', il cui rivestimento porta un piccolo foro L, con la superficie rispecchiante volta all'ingiù, in modo che du-

rante la rotazione le imagini rimangano ferme e si possano vedere per mezzo del foro nell'imagine dello specchio S' in S. Pertanto S' sarà perpendicolare all'asse dell'oculare. Ora, per mezzo d'un pennello, il che riesce facile con varie prove, si segni sullo specchio S un punto P, il quale non muti posto durante la rotazione, ed il foro nello specchio S' lo si ponga in modo che nella rotazione rimanga parimente fermo: e così avremo i punti di ambedue gli assi di rotazione. Ora, per mezzo di viti, si ponga l'oculare in modo che, guardando attraverso il foro in S', il punto P in S e l'imagine dello specchio di L in S (o piuttosto le molte imagini dello specchio di P ed L) si veggano sovrapposte, ed allora ambedue gli assi saranno non solo paralleli, ma anche coincideranno.

Come oculare si potrebbe usare, per maggior semplicità, anche uno specchio, il cui piano contenesse l'asse, ed io l'aveva già fatto nel primo abbozzo rudimentale del mio apparecchio: ma con ciò si perde la metà del campo di vista. Anche un prisma riflettente da ogni parte è molto utile. Nella fig. 22 si tagli in ABC, con un piano perpendicolare alla superficie dell'ipotenusa ed alla superficie dei cateti, il prisma oculare suddetto. Questa nuova superficie contiene ad un tempo l'asse di rotazione $ONPQ$, che è parallelo ad AB. Il raggio, che esce secondo l'asse QP, deve, per la rifrazione e la riflessione, ricadere sul prisma, secondo l'asse NO, e colpire l'occhio O, che si trova sull'asse. Quando avviene

questo, i punti dell'asse nella rotazione non subiscono alcun mutamento e l'apparecchio è centrato.

Fig. 22.

Cotal raggio deve adunque toccare il punto di mezzo M di AB e lo taglia, perchè con un angolo d'incidenza di 45° su un vetro di Crown colpisce AB con un angolo di circa 16°40′. Pertanto OP deve divergere dall'asse, per circa 0,115, AB, relazione che facilmente si trova empiricamente se, nell'oculare, si sposta il prisma in modo che gli obbietti gg sembrino esser fermi durante la rotazione.

La fig. 22 dichiara quello che vede l'occhio, posto in O. Il raggio OA perpendicolare ad AC, in AB è riflesso secondo AC e si rivolge in S. Il raggio OR, invece, riflesso in B, è rifratto verso T.

Tale apparecchio, per i miei tentativi fatti fino ad ora, mi pare per ogni riguardo sufficiente. Infatti, se si mette in gg un foglio stampato e si fa ruotare l'apparecchio così velocemente che l'imagine dello scritto sia affatto confusa, pure per l'oculare si può leggere comodamente. Se si volesse togliere anche il rivolgimento delle imagini causate appunto dal riflettersi delle imagini nello specchio, basterebbe applicare sopra il prisma oculare, che è messo in movi-

mento, un altro prisma di riflessione fermo; ma tale complicazione non mi parve affatto necessaria.

Però fino ad ora, eccetto alcuni esperimenti d'ordine puramente fisico, i miei esperimenti sulla rotazione furono fatti soltanto su piccoli vertebrati (uccelli, pesci), e da questi furono confermati i miei resultati, che avevo già espressi nel mio lavoro sulle sensazioni di movimento. Ma sarebbe utile tentare simili esperimenti anche con insetti ed altri animali, specialmente delle specie inferiori (animali marini).

Da allora in poi tali tentativi, giacchè avevano dato buon resultato, furono fatti dallo Schäfer (*Naturwissenschaftliche Wochenschrift*, nº 25, a. 1891), dal Loeb (*Heliotropismus der Thiere*, Würzburg, 1890, pag. 117). Ciò che ora potrei dire sul senso d'orientamento, si trova nella mia conferenza « sulle sensazioni d'orientamento » (*Ueber Orientirungsempfindungen*) (1). Però debbo ricordare le ricerche del Breuer (*Untersuchungen über die Otolithenapparate*), i *Versuche an Taubstummen* di Pollak e Kreidl, gli *Experimente an Krebsen* del Kreidl, e sovratutto l'opera fondamentale dell'Ewald, *Ueber das Endorgan des Nervus octavus*, Wiesbaden, 1892 (2).

---

(1) MACH, *Ueber Orientirungsempfindungen*, in *Schriften des Vereins zur Verbreitung naturwissenschaftlicher Kenntnisse in Wien*, 1897, e ripubblicata nelle *Popular scientific lectures*, 3ª ediz., 1898.

(2) Posso soltanto ricordare che durante la stampa di

§ 14.

Senza togliere valore alcuno ai fatti da me descritti nel mio libro sulle sensazioni di movimento, le osservazioni più sopra esposte rendono possibile modificare l'interpretazione di questi fatti, come dimostreremo ora. Gli è di molto verosimile che esista nel capo un organo, che noi chiameremo organo centrale o finale *(EO, Endorgan)*, il quale reagisce agli acceleramenti e per mezzo del quale percepiamo i movimenti. Ed io stesso credo, che non si possa dubitare, che l'esistenza delle sensazioni di movimento sia appunto della natura delle sensazioni, e non posso capire come si possa negare tale sensazione, quando ognuno può riprovare su sè stesso tale esperimento. Invece di supporre, che l'organo centrale ecciti speciali sensazioni di movimento, le quali procedono da questo apparecchio come da un organo di senso, si potrebbe anche ammettere, che da esso procedano soltanto innervazioni riflesse. Le innervazioni poi possono essere volontarie e conosciute, involontarie e sconosciute. Ambedue i varî organi, che da quello si dipartono, accenneremo con *WI*

quest'opera mi giunse il lavoro di Ach, *Ueber die Otolithenfunction und den Labyrinthtonus*, nell'*Archiv* del Pflüger, 1901.

e *UI*: ambedue possono trasformarsi in apparecchio motore-oculare (*OM*) e locomotore (*LM*).

Consideriamo ora la seguente figura.

Nel senso della freccia liscia seguiamo un movimento attivo volontariamente, cioè da *WI*, che poi si trasmette in *OM* e *LM* nel senso della freccia liscia: quindi la relativa innervazione ed i suoi antecedenti e conseguenti immediatamente si presentano. In questo caso, adunque, non è punto necessario pensare ad una speciale sensazione di movimento, da questa diversa. Se invece nel senso della freccia liscia seguiamo un movimento passivo (dal quale siamo sorpresi), sperimentalmente trapassano da *EO* in *UI* movimenti riflessi, i quali apportano dei movimenti di compenso, che noi indichiamo con la freccia pennata. Se *WI* non vi partecipa ed avviene la compensazione, anche il movimento con ciò non ha più luogo e quindi lo sviluppo di una sensazione di movimento. Ma se il movimento di compenso, prodotto da *WI*, a bella posta vien soppresso, è necessaria di nuovo la stessa innervazione che nei movimenti attivi, e di nuovo si presenta la medesima sensazione di movimento.

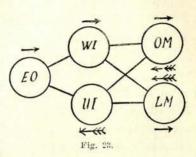



Fig. 23.

L'organo *EO* è adunque così determinato da *WI*

e *UI*, che in ambedue quest'ultimi si incontrano innervazioni contrarie con lo stesso stimolo di movimento del primo. Oltre a ciò dobbiamo ancor osservare la seguente varietà di relazioni fra *EO* ed *WI* e *UI*. Per *EO* lo stimolo di movimento è naturalmente il medesimo, sia attivo o passivo il movimento apportato. Anche in un movimento attivo le innervazioni provenienti da *WI* sarebbero nel loro sviluppo arrestate da *EO* e *WI*, se ad un tempo da *WI* non procedesse, con l'innervazione volontaria, un ostacolo verso *EO* o *UI*. L'influenza poi di *EO* su *WI* è molto più debole che quella su *UI*. Supponiamo che vi siano tre animali *WI*, *UI*, *EO*, i quali compiano tali movimenti, sì che il primo faccia un movimento d'assalto, il secondo di difesa o di fuga, mentre il terzo è posto come a guardia, ma che siano fra loro legati in un modo strano, in modo che *WI* abbia una parte predominante: questo potrebbe dare ad un dipresso una idea delle relazioni, da noi accennate. Ci sarebbe anche qualche ragione per lasciarci indurre a credere esistente una simile relazione fra gli animali superiori (1).

(1) Se io tocco con la mano un uccellino, questo si comporta contro la mia mano presso a poco come un uomo contro una seppia gigantesca. Se riguardiamo una riunione di bambini, i cui movimenti siano ancor irriflessivi ed incerti, occhi e mani ci danno come una forte impressione, simile a quella che ci danno de' polipi. Eviden-

Con quanto ho detto fin qui non presumo certo di dare un'imagine perfetta e, sotto ogni riguardo, esatta dei fatti; ma sono io pure conscio dei difetti della mia teoria: ma è ormai confermata la tendenza, rispondente al principio fondamentale già sviluppato (pag. 74 sg.), di *ricondurre ad identica qualità di sensazione tutte le sensazioni di spazio e di movimento, le quali compariscono nel campo della vista e del senso del tatto, nel movimento locale, come ombre od imagini accanto al ricordo della locomozione al pensiero di un luogo lontano*, ecc.

L'ammettere poi che questa qualità di sensazione sia il volere, per quanto esso si riferisce alla posizione nello spazio od al movimento spaziale, o piuttosto la innervazione, non pregiudica punto alcuna più ampia ricerca, e spiega i fatti soltanto per quello che fino ad ora sono conosciuti (1).

§ 15.

Da quanto si è trattato nel capitolo precedente sulla simmetria e sulla somiglianza, possiamo senz'altro conchiudere: che a linee percepite come

temente tali impressioni non decidono alcuna questione scientifica, ma ci potranno condurvi col tempo.

(1) Cfr. l'opinione del HERING in HERMANN, *Handbuch der Physiologie,* III, 1, pag. 547.

poste in uguale direzione corrispondono innervazioni uguali; che a linee simmetriche rispetto ad un piano mediano corrispondono innervazioni molto simili; che al guardare in alto od in basso, da lontano o da vicino, corrispondono innervazioni affatto diverse; conclusione che fin da bel principio in gran parte si poteva arguire, considerando le relazioni di simmetria dell'apparecchio motore degli occhi. Con ciò è già spiegata intanto tutta una serie di speciali fenomeni ottico-fisiologici, che fino ad ora ben poco erano stati considerati.

Vengo ora al punto capitale, almeno per il suo valore riguardo alla fisica.

Lo spazio, quale è concepito dal geometra, è una imagine ideale di una triplice varietà, cui si giunge per mezzo di operazioni manuali ed intellettive. Lo spazio ottico (lo spazio visivo, *Sehraum* del Hering) sta, rispetto al precedente, in una relazione geometrica piuttosto complicata. Servendoci di fatti ed espressioni più conosciuti, possiamo ancor meglio dichiarare questo fatto: basti dire, che lo spazio ottico rappresenta lo spazio geometrico (l'euclideo) in una specie di prospettiva di rilievo, il che si può spiegare anche teleologicamente. Ma, ad ogni modo, anche lo spazio ottico è di una triplice varietà. Lo spazio geometrico presenta in ogni punto ed in ogni direzione le stesse proprietà, il che non avviene per lo spazio fisiologico, la cui influenza però spesse volte si nota nella geometria, come infatti avviene

quando, ad esempio, distinguiamo una superficie convessa o concava. Al geometra però peculiarmente basta conoscere soltanto la differenza dell'ordinata e della mediana delle ordinate.

§ 6.

Fino a che s'ammette che i (12) muscoli degli occhi siano innervati ciascuno distintamente dagli altri, non si potrà mai intendere il fatto fondamentale che lo spazio ottico si presenta con triplice varietà. Io urtai anni fa contro tale difficoltà e riconobbi qual via dovevasi battere per superarla, cioè spiegando il principio di parallelismo fra i fenomeni fisici e psichici: ma non arrivai a darne la spiegazione, appunto per le esperienze difettose in questo riguardo. Tanto più, quindi, comprendo e apprezzo il servizio reso alla scienza dal Hering, avendo egli trovato tale spiegazione. Alle tre coordinate ottiche nello spazio, cioè sensazione di altezza, larghezza e distanza (HERING, *Beiträge zur Physiologie*, Leipzig, Engelmann, '61-65), corrisponde, secondo le particolari ricerche dello stesso scienziato (*Die Lehre vom binocularen Sehen*, Leipzig, Hengelmann, 1868) anche una sola triplice innervazione, la quale corrispondentemente richiede il volgere degli occhi a destra od a sinistra, l'alzarli o l'abbassarli, ed il convergerli. In ciò sta, a mio cre-

dere, la più importante ed essenziale spiegazione (1). Ora, sia che l'innervazione stessa si prenda per la sensazione di spazio, sia che la sensazione di spazio si ammetta precedente o susseguente a quella, il che tosto non si può discernere nè facilmente, nè assolutamente, la dimostrazione del Hering ha gettata, ad ogni modo, una copiosa luce sull'oscuro problema psichico del processo della visione. Con questa teoria poi ben si connettono anche le mie opinioni già dichiarate riguardo alla simmetria ed alla somiglianza: e su ciò non è necessario insistere di più (2).

---

(1) Questo è il punto del quale più sopra (pagg. 149 *n.* e 170 sg.) ho fatto cenno.

(2) Con ciò è tolta anche la difficoltà, che avevo trovato già nel 1871 ed avevo così accennato nella mia lettura sulla « Simmetria » (Prag, Calve, 1872): « Ma come avvenga che coloro i quali dalla nascita hanno un occhio » solo abbiano tuttavia il senso della simmetria è un pro» blema ancora insoluto. Certamente, il senso ottico della » simmetria, benchè si acquisti principalmente per mezzo » degli occhi, non può essere limitato a questi. Esso deve » essersi stabilito anche in altre parti dell'organismo per » effetto della millennaria esperienza della specie umana, » tanto che la mancanza di un occhio non è sufficiente a » distruggerlo » (*Letture scientifiche popolari,* traduz. di A. Bongiovanni, pag. 84 e seg. Torino, Bocca, 1900). Infatti l'apparato dell'innervazione rimane simmetrico, anche quando si perda uno degli occhi.

CAPITOLO VIII.

IL VOLERE

§ 1.

Ne' capitoli precedenti ho usato spesso l'espressione « volere », con la quale volli indicare soltanto un fenomeno psichico ben conosciuto. Io per *volere* non intendo alcun particolare agente psichico o metafisico e non ammetto alcuna speciale causalità psichica. Io ammetto, con la grande maggioranza dei fisiologi e dei moderni psicologi, che le manifestazioni del volere si debbano intendere originate solo da forze organico-fisiche, per così dire, per fissare in modo chiaro e breve la mia opinione. Io non avrei certamente particolarmente insistito su questo fatto come evidente di per sè, se taluni critici non avessero dichiarato, che tale dimostrazione è necessaria.

I movimenti degli animali inferiori, non meno che

i movimenti dei neonati, procedono immediatamente dallo stimolo, seguono affatto macchinalmente, sono cioè *movimenti riflessi*. Anche negli stadî più avanzati nella vita degli animali superiori non mancano tali moti riflessi, e quando per caso abbiamo occasione di provarli, specialmente i moti riflessi de' tendini, per la prima volta in noi, non ne siamo meno colti all'improvviso di quello che se ci si presentasse un fenomeno fisico inaspettato pel nostro ambiente. Quanto abbiamo notato riguardo al comportarsi del passerotto, non è che una serie di moti riflessi. Il pulcino va beccando, da per tutto, tutto ciò che vede, come il bambino che prende tutto ciò che gli capita tra mano; ma ogni qualvolta sente un' impressione dolorosa, ritrae tosto le membra senza intervento dell' intelletto. Così appunto sussistono le disposizioni organiche, che condizionano la conservazione dell'organismo. Se noi pertanto seguissimo la teoria sulla sostanza viva, emessa dal Hering, secondo il quale questa tende all'equilibrio dei fenomeni antagonistici che vi avvengono, dovremmo ascrivere una tale tendenza di conservazione agli elementi dell'organismo.

Gli stimoli sensoriali, in tutto od in parte, possono essere sostituiti con imagini della memoria. Tutte le traccie di memoria, impresse nel sistema nervoso, cooperano con le sensazioni a generare i moti riflessi, a continuarli, a fermarli o modificarli. Così si produce il movimento volontario, che, almeno sul principio, possiamo considerare come un movimento

riflesso *modificato* dai ricordi, sebbene in casi speciali possa mancare anche l'intelligenza. Il bambino, che si è bruciato una volta per aver voluto prendere una fiamma viva, non la prende più un'altra volta, perchè il movimento riflesso del prendere è impedito dal suo contrario movimento riflesso, che lo determina a rifuggirne e che è suscitato dal ricordo del dolore. Il pulcino, che da prima va beccando tutto, ben tosto va scegliendo il cibo per influenza del ricordo del gusto che lo spinge verso certi cibi, e da certi altri lo fa ritrarre. Il successivo passaggio dai movimenti riflessi alle azioni volitive si può seguire molto bene nel comportarsi del passero, di cui ho parlato (cfr. pagg. 93 sg.). Per il soggetto riflettente la caratteristica delle azioni volontarie, a differenza del movimento riflesso, sta in ciò: che il soggetto conosce ciò che determina l'azione con sue *imagini* di memoria e *previene* tale azione con l'imaginazione (pag. 121).

§ 2.

I fenomeni psichici, che accompagnano gli atti volitivi, i movimenti volontarî, sono stati accuratamente analizzati da W. James (1) e H. Münsterberg (2). Semplice e naturale è l'ipotesi, che il movimento at-

(1) James, *Psychologie,* II, pag. 486 e segg.

(2) Münsterberg, *Die Willenshandlung,* 1888.

tivo si associ spesso a quello rappresentato come una rappresentazione ad un'altra. Ma quanto alle sensazioni, alla natura, alla quantità, alla tendenza dei movimenti, le quali sono congiunte con l'esplicazione de' movimenti stessi, vi sono due opinioni fra loro opposte. L'una del Bain, Wundt, Helmholtz, ecc., pei quali è percepita l'innervazione stessa che trapassa al muscolo; l'altra del James e Münsterberg. Costoro considerano tutte le sensazioni accompagnanti il movimento cinestetiche, e considerano periferiche quelle risvegliate da un elemento sensibile eccitato nella pelle, in un muscolo, in una articolazione.

Contro l'opinione, la quale ammette l'origine centrale delle sensazioni cinestetiche, sta principalmente il fatto osservato sugli anesteti (1), i quali, finita la sensazione, nulla sanno dire del movimento passivo delle loro membra, sebbene essi possano muoverle sotto la guida del senso della vista. La tensione di un muscolo, contratto per la corrente d'induzione, noi la percepiamo come quella di un muscolo volontariamente innervato (2). Per spiegare tali fenomeni è inutile ammettere speciali sensazioni di innervazione, e perciò sono da rifiutarsi secondo il principio della economia. Infine, tali sensazioni d'innervazioni non possono essere direttamente osservate. Però una par-

(1) James, op. cit., II, 489.

(2) Idem, *ibidem*, II, 502.

ticolare difficoltà presentano certi fenomeni ottici, sui quali dobbiamo ancor ritornare. La legge dell'associazione si manifesta non soltanto ne' processi che entrano nel campo della conoscenza (rappresentazioni), ma ancora ne' più varî fenomeni organici. Chi facilmente arrossisce trovandosi in un imbarazzo, chi facilmente suda alle mani, ecc., osserva questi processi spessissimo, soltanto che ad essi si rivolga il suo pensiero. A Newton (1) una imagine abbagliante *(Blendungsbild)*, che egli vedeva dopo aver guardato per qualche secondo il sole pe' suoi studî, sebbene fosse già affatto scomparsa, pure, non ostante che per più mesi egli si fosse rinchiuso in luogo oscuro, si presentava con forte intensità sensoriale ogni qualvolta se ne ricordava. Soltanto dopo lunghi e forti tentativi per sopprimere anche la memoria di questo molesto fenomeno e di tutto ciò che poteva riguardarla, riuscì a farla scomparire. Una simile osservazione fa il Boyle nel suo libro sui colori. Insieme con questi fatti apparisce nata tale l'associazione di processi motori con rappresentazioni.

(1) King's, *Life of Locke,* vol. I, pag. 404, anno 1830; Brewster, *Memoirs of Newton,* vol. I, pag. 236, 1855.

§ 3.

In seguito ad un colpo apoplettico, che ho sofferto senza il minimo offuscamento dell'intelligenza, conosco pur troppo, per mia esperienza, una buona parte de' fatti di cui dobbiamo or trattare. Una volta in ferrovia improvvisamente fui colto da una completa paralisi del braccio e della gamba destra: essendo intermittente, mi potevo temporaneamente muovere apparentemente in modo affatto normale. Dopo alcune ore la paralisi fu continua e vi s'aggiunse anche un'affezione del destro *facialis*, sì che mi fu possibile parlare soltanto sotto voce ed a stento. Della mia condizione durante il periodo della paralisi completa soltanto posso dire, che l'intenzione di muovere le membra non produceva alcuno sforzo, ma in niun modo potei determinare all'azione la mia volontà. Nei periodi, ne' quali la paralisi non era completa e nel tempo della convalescenza, invece, peso insopportabile mi apportavano la gamba ed il braccio, ed a grande stento li sollevava. Mi parve molto plausibile la spiegazione, che questo fatto derivasse dalla energica innervazione degli altri gruppi di muscoli posti accanto a quelli delle estremità paralizzate (1). La sensibilità delle membra paralizzate non era giammai

(1) JAMES, op. cit., II, pag. 503.

alterata, eccetto un punto della coscia, per cui percepiva anche il senso della posizione e del moto passivo. Enormemente aumentata fu l'eccitabilità riflessa dei muscoli, e questa si manifestava specialmente in violenti moti convulsivi ad ogni minimo spavento. Però le imagini di movimento ottiche e tattili perdurarono nella memoria. Spesso di giorno volevo fare qualche cosa con la destra e dovevo tosto risovvenirmi di non poterla fare. Di qui appunto procedevano anche i vivaci sogni, in cui mi pareva di scrivere o suonare, ed io stesso me ne compiacevo e mi meravigliavo di riuscire così bene, ma ne seguivano piacevoli disinganni al momento in cui mi svegliavo. Anche le allucinazioni di movimento mi si presentavano. Io pensava spesso di provare ad aprire e chiudere la mano paralizzata, ed i movimenti erano limitati come quelli di una mano chiusa in un guanto abbastanza largo, ma irrigidito. Mi dovetti convincere però che mancava ogni traccia di movimento. Nè potei ancora — e son già tre anni — ricuperare l'uso dei muscoli estensori di questa mano.

§ 4.

La spiegazione, data dal James e dal Münsterberg, conviene, per quanto pare a me, benissimo a questi fatti, senza sforzo alcuno, e perciò dobbiamo in realtà accettarla per giusta. Non è percepita l'innervazione, ma il processo, che ne procede,

determina nuovi sensibili stimoli periferici, che sono connessi coll'esecuzione del movimento. Però alcune difficoltà mi *trattengono* dal credere, che con tale teoria, che in origine era pure la mia (1), si siano *pienamente* illustrati i fatti nella loro essenza.

Egli è ben verosimile, che il processo centrale, il quale determina soltanto la rappresentazione di un movimento, si debba distinguere, in qualche cosa, da quello che sviluppa un movimento *reale*. Si può bensì determinare la forza del processo, la mancanza di un fenomeno antagonistico, la potenzialità del centro di innervazione; però difficilmente si potrà negare il bisogno di una più ampia spiegazione. In particolare poi si deve più minutamente studiare la differenza fra il modo d'operare dei *muscoli degli occhi* e quello degli altri muscoli, volontariamente eccitabili. La maggior parte de' muscoli deve attendere a *lavori* variabili, ed è per noi di pratica importanza conoscerne ad un dipresso il valore totale. Il lavoro dei muscoli degli occhi è certamente sempre insignificante e strettamente connesso con la posizione degli occhi: quest'ultima soltanto ha importanza otticamente, mentre il lavoro come tale non ha punto valore. Perciò possono aver una così grande importanza le sensazioni cinestetiche nei muscoli delle estremità.

---

(1) Già dal 1863 conoscevo i fenomeni di paralisi dei muscoli degli occhi.

§ 5.

Quanto piccola importanza abbiano le sensazioni prodotte dai muscoli degli occhi, ha già dimostrato il Hering (1). Comunemente prestiamo ben poca attenzione ai movimenti dei nostri occhi, e la posizione dell'obbietto nello spazio non subisce alcun mutamento per tali movimenti. Poniamoci innanzi due superficie sferiche coincidenti con le retine, in modo che stian ferme nello spazio mentre le retine girano: ad una superficiale osservazione si potrebbe credere, che il valore spaziale degli obbietti sia soltanto determinato dalle due sorta di imagini sulle sfere ferme. Pei fatti ricordati a pag. 156, è necessario riconoscere due elementi nel valore spaziale, de' quali uno dipende dalle coordinate del punto dell'imagine sulla retina, l'altro dalle coordinate del punto di vista, i quali componenti apportano mutamenti di compenso vicendevoli in seguito a' mutamenti volontarî del punto di vista (2). Se ora non si ammette una sensazione

---

(1) Hering in Hermann, *Handbuch der Physiologie*, III, I, pag. 547. Cfr. anche Hillebrand, *Verhältniss der Accomodation und Convergenz zur Tiefenlocalisation*, in *Ztschr. f. Psych. u. Phys. d. Sinnesorgane*, VII, pag. 97 e seg.

(2) Cfr. pag. 144; Hering, op. cit., pag. 533 e seg. Se l'opinione, che il mutamento dei valori spaziali si compia

di innervazione e si nega importanza alle sensazioni cinestetiche dei muscoli degli occhi eccitate perifericamente, rimane però sempre da considerare, col Hering, *il luogo dell'attenzione come un processo psicofisico determinato, che è ad un tempo il momento psichico, dal quale procede la corrispondente innervazione dei muscoli degli occhi* (1). Ma questo è ancora un processo centrale, e l'« attenzione » a stento si può distinguere dal « voler » vedere. Con ciò io poteva realmente raffermare la mia opinione a pag. 158, dacchè chiunque trapassi alla sensazione dalla serie dei processi eccitati dal centro, e che a questo trascorrono, può, per certe questioni principalmente, rimanere incerto.

§ 6.

Nella spiegazione tentata a pp. 189 sg. si potrebbe, secondo quanto s'è detto, ammettere ambedue le innervazioni antagonistiche come due antagonistici processi di attenzione, eccitati uno dallo stimolo sensoriale, l'altro da quello centrale. Non posso però convenire col James (2) nella

insieme col mutamento dell'attenzione, possa conciliarsi coi fatti ricordati a pagg. 159 sg., io non posso ancor stabilire.

(1) Hering, op. cit., pagg. 547, 548.

(2) James, op. cit., II, pag. 506.

spiegazione, da lui proposta, dei fenomeni provenienti dalla contrazione dei muscoli degli occhi, la quale pare che riesca alla pericolosa corrente « delle conclusioni incoscienti ». Nel caso nostro si tratta di sensazioni e non di resultati di meditazione.

I muscoli degli occhi ci servono soltanto per orientarci nello spazio, i muscoli delle membra particolarmente al lavoro meccanico. Sono questi i due casi estremi, fra i quali vi può essere un caso di mezzo. Osservando che un pulcino con piena sicurezza va beccando e cogliendo il cibo, si può credere, che i muscoli del capo e del collo si comportino, come quelli degli occhi, quale un apparato di orientamento nello spazio. Parimente, i movimenti all' indietro del capo negli uccelli, quando camminano in avanti, hanno grande importanza per l'orientamento, come i movimenti nistagmici del capo nel girare. E certamente non saranno affatto senza analogia ai muscoli degli occhi anche i muscoli delle estremità. Invero, come si possono intendere le rappresentazioni tattili dello spazio ne' ciechi? Gli è certo difficile poter conciliare la teoria nativistica dello spazio visivo con la teoria empirica dello spazio tattile (1).

(1) Cfr. pagg. 166 *n.*, 170 sg.

CAPITOLO IX.

OSSERVAZIONI BIOLOGICO-TELEOLOGICHE SULLO SPAZIO (1)

§ 1.

Si è già notato più volte come il sistema delle nostre sensazioni di spazio, lo spazio fisiologico — ci sia permesso chiamarlo così —, differisca dal geo-

(1) Quest'argomento non può essere qui trattato in tutta la sua ampiezza. L'ho esaminato in alcuni miei articoli sulla rivista: *The Monist,* di cui il primo è comparso nell'aprile 1901, il secondo nel luglio 1902. Le considerazioni fisiologiche, qui espresse, sono in parte affini a quelle del Wlassak e che egli ha espresse alla fine della sua bella relazione: *Uber die statischen Functionen des Ohrlabyrinthes* (nella *Vierteljahrsschrift f. wissenschaftliche Philosophie,* XVII, 1, pag. 28): soltanto che io ammetto non una, ma due reazioni agli stimoli relativi. Cfr. i luoghi già citati del Hering e del James, *Psychology,* II, pag. 134 sg.

metrico, chè così chiamiamo lo spazio *euclideo*. Questo vale non solo per lo spazio visivo, ma anche per lo spazio percepito col tatto dai ciechi in confronto dello spazio geometrico. Lo spazio geometrico ha da per tutto ed in tutte le direzioni le stesse proprietà: è infinito ed illimitato, nel senso del Riemann. Lo spazio visivo è finito in estensione e limitato e, come ci dimostra la visione della « vôlta celeste », tutta distesa, in varie direzioni di differente estensione. Quanto più i corpi s'allontanano da noi, essi rimpiccioliscono; ingrandiscono a mano a mano che s'avvicinano, e perciò lo spazio visivo rassomiglia piuttosto a certe sorta di spazio dei metageometri che non allo spazio euclideo.

La diversità delle posizioni, cioè il « sopra », il « sotto », l'« avanti », l'« indietro », ed anche della posizione a « destra » od a « sinistra », è percepita tanto nello spazio visivo quanto nello spazio tattile. Tali distinzioni mancano nello spazio geometrico. Lo spazio fisiologico per gli uomini e gli animali di simile struttura sta al geometrico come un *quid triangolare* ad un mezzo *quadrangolare*. Ciò vale per gli uomini e per gli animali, finchè in questi non si sviluppi la libertà de' movimenti e dell'orientamento. Aggiungendosi la movibilità, lo spazio fisiologico si accosta all'euclideo, senza però raggiungerne mai la semplicità delle sue proprietà. Con lo spazio geometrico il fisiologico ha comune la *triplice* diversità (le tre dimensioni) e la *conti-*

nuità. Al continuo movimento di un punto A nello spazio geometrico ne corrisponde parimente un altro del punto A' nello spazio fisiologico. Basti accennare alle difficoltà che ha dovuto superare la teoria degli antipodi, per dimostrare che le rappresentazioni fisiologiche dello spazio possono essere di ostacolo ad accettarne le rappresentazioni geometriche.

Anche per la più astratta delle nostre teorie geometriche non bastano più i concetti puramente metrici, ma fanno bisogno altresì rappresentazioni fisiologiche, come quelle di direzione, senso, destra, sinistra, ecc.

Per separare semplicemente il fatto fisiologico dal geometrico basta soltanto pensare, che le nostre sensazioni di spazio sono determinate dalla dipendenza degli elementi, che abbiamo chiamati ABC..., dagli elementi del nostro corpo KLM...; e che i concetti geometrici si formano per il confronto spaziale dei corpi, per le vicendevoli relazioni di ABC...

§ 2.

Se noi consideriamo le sensazioni di spazio non come fenomeni isolati, ma nella loro relazione biologica, nella loro funzione biologica, esse appariscono, almeno teleologicamente, più intelligibili. Tosto che un organo od un sistema d'organi viene stimolato, si eccitano, come reazione, movimenti riflessi, opportuni in generale, i quali, secondo la natura dello stimolo,

possono essere movimenti di attacco o di fuga. Una rana, ad esempio, potrebbe essere eccitata in vari punti della pelle con goccie di acido; ebbene, ad ogni stimolo essa risponde con movimenti di reazione specifica di difesa in corrispondenza ai punti stimolati. Parimente, gli stimoli sui punti della retina producono i movimenti specifici di riflesso nell'inghiottire la preda. Vale a dire: cangiamenti fisiologici penetranti nell'organismo per vie diverse si propagano per diverse vie nell'ambiente dell'animale, nel mondo esteriore (il mondo fisico). Ora, se cotali reazioni ne' complicati bisogni della vita sogliono presentarsi per la memoria anche spontaneameate, cioè per un lieve eccitamento, e sogliono essere modificabili per i ricordi, debbono rimanerne traccie che corrispondono alla natura dello stimolo ed anche agli organi eccitati. Per nostra stessa esperienza personale, non soltanto riconosciamo l'eguaglianza della qualità dello stimolo d'un dolore di bruciore in qualunque punto ne siamo colpiti, ma anche distinguiamo i punti eccitati. Dobbiamo adunque ammettere, che le sensazioni qualitativamente uguali partecipino di un elemento differente, il quale dipende dalla natura specifica dell'organo elementare eccitato, dal punto eccitato, o, per dirla col Hering, dal *punto dell'attenzione*. In tal modo si vien assegnando ad ogni campo sensoriale una propria memoria speciale con un suo particolare ordinamento spaziale. L'intimo, scambievole adattamento biologico di una

pluralità di organi elementari, fra loro dipendenti, si manifesta particolarmente appunto nella percezione dello spazio.

§ 3.

Noi ammettiamo soltanto una specie di elementi di conoscenza: le sensazioni. Tosto che abbiamo una percezione spaziale, questa, secondo la nostra opinione, si risolve in sensazioni. Però non possiamo ora specificare di che natura siano queste sensazioni e quali organi implichino. Noi crediamo siavi un sistema di organi elementari, derivanti embriologicamente da un ceppo, e naturalmente così ordinati, che gli elementi più vicini dichiarano la più stretta parentela ontogenetica, la quale sempre meno si manifesta quanto più nella loro natura differiscono tali elementi. La sensazione organica, derivante soltanto dall'individualità dell'organo e che varia secondo il grado di affinità, può corrispondere alla sensazione di spazio, dalla quale noi distinguiamo la sensazione dipendente dalla qualità dello stimolo come sensazione sensoria. Sensazioni organiche e sensazioni sensorie soltanto insieme possono eccitarsi (1). Però le sensazioni organiche,

(1) Così anche gli organi interni saranno soltanto percepiti e localizzati, quando sarà perturbata specialmente la loro condizione d'equilibrio.

essendo invariabili, in contrapposto alle sensazioni, le quali sono variabili, rappresentano, per così dire, un registro fisso, in cui vengono incastrate le sensazioni. Le nostre ipotesi sugli organi elementari sono quali esse sarebbero ammissibili riguardo ad individui differenti della stessa origine, della medesima genealogia.

§ 4.

La percezione spaziale nasce da un bisogno biologico, e con questo la si spiega benissimo. Un sistema indefinito di sensazioni di spazio sarebbe non solo senza scopo per l'organismo, ma anche impossibile fisicamente e fisiologicamente. Senza valore altresì sarebbero le sensazioni di spazio senza orientamento per il corpo. Opportuno è ancora che nello spazio visivo gli indici di sensazione sono più fortemente e largamente usati per gli obbietti più vicini e biologicamente più importanti, mentre appunto per ciò con maggior e determinata parsimonia sono usati per gli oggetti più lontani e un po' meno importanti. Anche questa è la sola relazione fisicamente possibile.

L'organismo motore dell'apparato visivo bene si intenderà per le seguenti considerazioni. La maggior chiarezza, la fine differenza di un punto della retina nell'occhio dei vertebrati è una disposizione econo-

mica. Da ciò deriva che un movimento degli occhi in seguito ad un mutamento di attenzione sia utile, quanto invece dannosa è riconosciuta l'influenza (traviante) di un movimento volontario degli occhi sulla sensazione di spazio, derivante da obbietti fermi. È una necessità biologica riconoscere il movimento delle imagini sulla retina ferma, il movimento degli obbietti, mentre lo sguardo è fermo. Inutile soltanto per l'organismo sarebbe, per accertare la percezione che un obbietto è fermo, anche nel caso più raro che l'occhio fosse mosso da una circostanza estranea alla nostra conoscenza, come una forza meccanica esterna, una contrazione spasmodica de' muscoli, ecc. Cotali esigenze si debbono riunire soltanto, essendo nel movimento volontario degli occhi compensato il movimento delle imagini a quello rispondente sulla retina. Ne segue che, rimanendo fermi gli occhi, gli obbietti, che sono pur essi fermi, possono subire un rivolgimento nel campo visivo anche soltanto per l'intenzione di movimento dell'occhio. Per mezzo dell'esperimento relativo a tal fatto (pag. 156 e seguente), è direttamente manifestato anche il secondo dei due componenti che si compensano.

Gli è per queste organiche disposizioni che noi, tenendo fermi i nostri occhi in circostanze speciali, vediamo mossi obbietti, che sono in fatto fermi, e che, con variabili valori spaziali, non mutano punto la loro relativa posizione rispetto al nostro corpo, non allontanandosi, nè avvicinandosi.

Ma ciò che apparisce paradossale in queste speciali circostanze, ha la sua alta importanza biologica nei casi comuni, ne' casi di locomozione spontanea.

Le relazioni dello spazio tattile sono, se noi riguardiamo qualche particolare speciale, affatto simili a quelle dello spazio visivo. Col senso del tatto non si percepisce la lontananza, sì da perdere il contrarsi ed il muoversi prospettico dell'obbietto del tatto: ma c'incontriamo in manifestazioni qui congeneri. Alla macula lutea corrispondono le punte dei diti. Noi sappiamo ben bene distinguere se tocchiamo noi con le punte dei diti un obbietto fermo, oppure se un obbietto scorre sulle punte dei nostri diti fermi. In questa categoria di fatti rientrano pure le analoghe manifestazioni paradossali della vertigine, già note al Purkinje.

§ 5.

Considerazioni biologiche d'ordine generale ci portano a considerare omogeneamente lo spazio ottico e lo spazio tattile. Un pulcino appena nato, tosto che vede un piccolo obbietto, lo fissa e lo va a beccare. Dallo stimolo vien eccitato un determinato campo dell'organo sensoriale e dell'organo centrale, per cui affatto automaticamente si esplica tanto il movimento dello sguardo pe' muscoli degli occhi, quanto il movimento di beccare pe' muscoli del

capo e del collo. L'eccitamento dello stesso campo nervoso, il quale per un rispetto è determinato dalla posizione geometrica dello stimolo fisico, può, d'altra parte, esser considerato come il fondamento della sensazione di spazio. Analogamente al pulcino si comporta anche il bambino, il quale, tosto che vede un obbietto risplendente, lo fissa e lo prende. Oltre gli stimoli ottici, anche altri stimoli acustici, calorici, olfattivi possono, evidentemente anche ne' ciechi, sviluppare movimenti di avvicinamento o d'allontanamento. Agli stessi movimenti corrispondono anche gli stessi punti di stimoli e le stesse sensazioni spaziali. Gli stimoli eccitanti il cieco sono soltanto, in generale, limitati ad uno stretto circuito e di meno precisa determinazione locale. Perciò anche il sistema delle sue sensazioni di spazio vien ad essere un po' più povero e confuso, e tale rimarrà, mancando una particolare educazione. Si pensi per poco ad un cieco che tenti di scacciare una vespa che gli gira attorno.

Vi sono campi dell'organo centrale, in parti diverse, sebbene affini, atte a far decidere un subbietto a guardare od a toccare un corpo. Se ambedue questi fatti avvengono ad un tempo, naturalmente il campo riesce più vasto. Fondandoci su dati biologici, possiamo ammettere, che le sensazioni di spazio di varî campi sensoriali fra loro affini, se anche non sono identiche, si associano fra loro e si aiutano scambievolmente, come avviene in fatto.

Con ciò non abbiamo ancor trascorso tutto il campo delle rappresentazioni che ci interessano. Un pulcino può guardare un obbietto, andarlo a beccare, ma dallo stimolo può essere determinato a tornarsene, o ad avvicinarsi all'obbietto, o ad allontanarsi. E parimente si comporta il bambino, che, strisciando, cerca raggiungere la mèta e che dipoi un giorno riesce ad alzarsi ed in pochi passi la raggiunge. Potremo pertanto considerare in modo omogeneo tutti questi casi, i quali successivamente trapassano l'un nell'altro.

Vi sono quindi parti sempre determinate del cervello, che, stimolate in modo relativamente semplice, da una parte determinano le sensazioni di spazio, dall'altra eccitano i movimenti automatici, talvolta parecchio complicati. Stimoli ottici, termici, acustici, chimici, galvanici possono eccitare una ricca locomozione ed un mutamento d'orientamento, il che può seguire anche negli animali che, o dalla nascita, o per una trasformazione regressiva, sono ciechi.

§ 6.

Se osserviamo un millepiedi (Julus), che si va strascinando uniformemente, non ci si può trattenere dal pensare, che da ogni suo organo derivi un'uniforme corrente di stimolo, cui corrispondano con movimenti

ritmici automatici gli organi di movimento dei successivi segmenti del corpo. La differenza delle posizioni dei segmenti posteriori rispetto agli anteriori produce le ondulazioni longitudinali, le quali avvengono con la regolarità d'una macchina per il vibrare dei peduncoli dell'animale. Analoghi fenomeni non possono mancare negli animali organizzati in grado superiore, e di fatto non mancano. Ci basti accennare soltanto alle manifestazioni prodotte dagli stimoli sul labirinto, ai così detti movimenti nistagmici degli occhi, i quali si eccitano nelle rotazioni attive e passive. Se, pertanto, vi sono organi, come nel millepiedi, per la cui semplice stimolazione conseguono complicati movimenti di un determinato genere di locomozione, si può considerare questa semplice stimolazione, posto che sia conosciuta, come il *volere* che spinge a questa locomozione, o come l'*attenzione* a questa locomozione, la quale di per sè porta seco quest'ultima. Ad un tempo si nota come un bisogno dell'organismo di sentire in modo relativamente semplice l'effetto della locomozione. Infatti gli obbietti della vista e del tatto si presentano con valori spaziali variabili e mutabili e non già stabili. Anche facendo astrazione quanto più è possibile dalle sensazioni visive e tattili, rimangono le sensazioni di acceleramento, le quali per associazione richiamano imagini di variabile valore spaziale, con le quali sono spesso congiunte. Fra il primo e l'ultimo momento del processo

stanno le sensazioni delle estremità stimolate, le quali si percepiscono solo quando s'interponga un ostacolo necessario per modificare il movimento.

Mentre l'uomo, nell'insieme immoto, conosce soltanto sensazioni di spazio finite, individuate ed orientate rispetto al suo corpo, le sensazioni rispondenti alla locomozione ed al mutamento di orientamento hanno il carattere della *uniformità* e della *inesauribilità*. Anzitutto a fondamento di tutte queste esperienze si può imaginare una rappresentazione spaziale, che si avvicina all'euclidea. Eccetto questo, che la prima conosce soltanto concordanze e differenze, nè conosce la grandezza od alcuna determinazione metrica, non è punto raggiunta l'uguaglianza assoluta dell'ultima a causa degli ostacoli che si frappongono ad uno stabile e vario disorientamento rispetto alla verticale.

§ 7.

Della massima importanza per l'organismo animale sono le reciproche relazioni delle varie parti del suo corpo. Ciò che v'ha di estraneo a noi, ha valore per noi solo in quanto sta in relazione con le parti del nostro corpo. Agli organismi d'ordine inferiore per l'adattamento ai primitivi bisogni della vita bastano le sensazioni, fra le quali quelle di spazio. Ma se questi bisogni della vita si complicano, impor-

tano lo sviluppo dell'intelletto, ed allora le relazioni di quel complesso di funzioni di elementi (sensazioni), che chiamiamo *corpi*, acquistano un valore indiretto. Dalla comparazione spaziale fra i varî corpi trae sua origine appunto la *geometria*.

A ben intendere lo sviluppo della geometria giova osservare che l'interesse immediato si congiunge non con le sole proprietà spaziali, ma con tutto il complesso permanente delle proprietà materiali, che è di grande importanza per l'appagamento dei bisogni.

Le forme, le posizioni, le distanze, le dimensioni sono però importanti per la qualità e la misura della soddisfazione dei bisogni. La sola percezione (stima, misura a vista, ricordo) è troppo soggetta all'influenza delle circostanze fisiologiche, difficilmente controllabili per potervi fare assegnamento quando si tratti di dare un giudizio certo sulle relazioni spaziali dei corpi fra loro. Per ciò siamo costretti a ricercarlo dalle sicure particolarità esistenti ne' corpi stessi.

L'esperienza quotidiana ci insegna a riconoscere la persistenza dei corpi. Nelle circostanze comuni questa persistenza si estende anche a proprietà speciali: colori, forma, dimensione, ecc. Noi siam soliti a chiamare *rigidi* quei corpi che, non ostante la loro movibilità nello spazio, danno sempre le stesse sensazioni di spazio ogni qualvolta sono in una determinata relazione col nostro corpo per la vista e per il tatto. Questi corpi presentano una *substanzia-*

lità spaziale (1); essi rimangono nello spazio costanti, identici. Che se possiamo spazialmente sovrapporre mediatamente od immediatamente un corpo rigido A con un altro corpo rigido B o con una sua parte, la loro relazione rimane sempre e dovunque la medesima. Si dice allora che il corpo B è misurato dal corpo A. Questo confronto de' corpi fra loro non dipende dal genere delle sensazioni spaziali, ma dalla valutazione della loro identità in circostanze eguali, che ha luogo con grande certezza e sicurezza. Infatti nei fenomeni della misurazione spariscono le diversità contro quelle della immediata valutazione spaziale de' corpi posti l'un accanto o successivamente all'altro, donde appunto deriva la preferenza per questo sistema ed il suo razionale fondamento. Invece delle mani e dei piedi, che ciascun individuo porta con sè, senza poter con questi percepire talvolta anche notevoli mutamenti spaziali, si sceglie una misura comune e più facile, la quale percepisca in più alto grado le condizioni dell'immutabilità; con ciò segue un periodo di maggiore certezza.

(1) Questo concetto era certamente un acquisto particolare di moltissimi geometri. In tutta l'essenza della geometria d'Euclide esso si manifesta chiaramente, ancor più chiaramente in LEIBNITZ, specialmente nella sua opera: *Geometrischer Characteristik*. Ciò non di meno pel primo Helmholtz ha eccitata una pubblica discussione su questo argomento.

§ 8.

Tutti i problemi geometrici provengono dalla misurazione dello spazio mediante corpi uguali conosciuti. Le misure di capacità pei liquidi, o per una quantità di corpi solidi eguali, dovrebbero essere state le più antiche misure. Il volume de' corpi (cioè la quantità di spazio materialmente percepita), che istintivamente si manifesta guardando ed afferrando corpi conosciuti, va considerato come una quantità di proprietà materiali adatte ai varî bisogni, e, come tale, forma un obbietto di disputa. La misura delle superficie, in origine, non ha nessun altro senso, se non giungere a conoscere quale quantità di corpi solidi simili, che siano sovrapposti, occupino le superficie. La misura di lunghezza, cioè il conto delle parti uguali d'una catena o d'una corda, determina il volume minimo che possa essere compreso in un modo unico fra due punti (o corpi piccolissimi). Se pertanto si fa astrazione da una o due dimensioni nei corpi di misura, ammettendole relativamente sempre costanti, ma indefinitamente piccole, si otterranno le ideali rappresentazioni geometriche.

§ 9.

L'intuizione dello spazio si va allargando per gli esperimenti con gli obbietti corporei, congiungendosi con le stesse esperienze di misura, che di per sè sole non possono dare l'intuizione dello spazio. Così noi impariamo a conoscere le proprietà metriche di forme, da lungo tempo conosciute, come la retta, il piano, il circolo, ecc. L'esperienza altresì ci ha condotto, secondo le testimonianze della storia, a conoscenza di certe proposizioni geometriche ed ha dimostrato che dalla determinazione di certe misure di un obbietto sono condeterminate le altre misure dello stesso obbietto. La geometria scientifica si è proposto il còmpito economico di scoprire la dipendenza delle dimensioni fra di loro, di risparmiare il di più della misura e di ricercare i più semplici fatti geometrici, dai quali conseguano gli altri come loro logica conseguenza. Dominando pertanto noi nel nostro pensiero non già la natura, ma soltanto i nostri semplici concetti logici, per questo scopo, naturalmente, le esperienze geometriche fondamentali debbono essere intellettualmente idealizzate. Ora, procedendo nella rappresentazione sensibile, che imaginiamo congiunta con quelle esperienze idealizzate, nulla ci impedisce di ritrovare problemi geometrici nell'esperimento del pensiero. Avviene quindi un fatto analogo a quelli di ogni scienza naturale. Le esperienze

fondamentali della geometria si riducono ad un tal *minimum*, che facilmente si possono trascurare. Tutto si riduce a sovrapporre corpi su ombre od imagini di corpi ed a mantenere fermo nel pensiero che le misure, quand'anche si compissero, non mutano punto. I corpi fisici corrispondono alle conclusioni quanto queste soddisfano alle ipotesi.

Intuizioni, esperienze fisiche, idealizzazione intellettuale sono adunque i tre momenti che si presentano nella geometria scientifica. Le opinioni tanto divergenti de' varî studiosi della natura della geometria derivano appunto dal pregio eccessivo o dall'eccessivo disprezzo in cui fu tenuto qualcheduno di questi momenti. Soltanto la sicura distinzione delle parti e del valore di ciascuno di questi momenti nella costituzione della geometria può condurci a stabilire una giusta opinione. La nostra organizzazione anatomica, motrice, simmetrica, acquisita nell'interesse di una facile locomozione, ci induce, ad esempio, a credere a prima vista come *equivalenti* le due metà di un'imagine spaziale simmetrica, mentre tali non sono in niun modo nel rispetto fisico e geometrico, non essendo congruenti. Fisicamente esse sono tanto poco equivalenti quanto può essere equivalente ad un movimento il suo contrario o ad un movimento rotatorio il suo inverso. I paradossi di Kant a questo riguardo provengono appunto dal non aver egli ben distinto questi varî momenti.

CAPITOLO X.

RELAZIONI DELLE SENSAZIONI VISIVE FRA LORO E CON GLI ALTRI ELEMENTI PSICHICI

§ 1.

Nella vita normale le sensazioni non si mostrano isolate, ma collegate con le sensazioni di altri sensi. In un campo ottico non vediamo soltanto l'imagine ottica, ma distinguiamo i corpi, che ne circondano, con le loro varie proprietà sensibili. L'analisi diligente ed accurata fa risultare, da questo complesso, le sensazioni visive. Però anche le percezioni tutte quante si presentano quasi soltanto congiunte con pensieri, desiderî, impulsi. Per le sensazioni si eccitano negli animali i movimenti di adattamento corrispondenti alle condizioni della vita. Se queste necessità della vita fossero semplici, poco e lentamente variabili, l'immediata eccitazione avverrebbe per mezzo dei sensi. Un più alto

sviluppo intellettuale sarebbe inutile. Diversamente ciò avviene nelle molto varie e mutabili condizioni della vita. Un così semplice meccanismo di adattamento non si può sviluppare e, tanto meno, può giungere allo scopo.

Gli animali inferiori divorano tutto ciò che capita loro vicino ed eccita lo stimolo relativo. L'animale, d'ordine più elevato, va ricercando il proprio nutrimento, anche a costo di pericoli, e, trovatolo, deve prenderlo con abilità ed astuzia e provarlo con cautela. Tutte le serie dei ricordi varî debbono trascorrere prima che una sia abbastanza forte, di contro alle contrarie, da sviluppare il movimento corrispondente. Qui, adunque, alle sensazioni deve opporsi una somma di ricordi (od esperienze) condeterminante i movimenti d'adattamento. In ciò consiste l'intelletto.

Nella giovinezza degli animali d'ordine più elevato i complessi delle sensazioni, che producono i moti d'adattamento, sono spesso molto connessi con condizioni di vita molto complicate. L'allattamento nei giovani mammiferi, il modo tenuto dal giovane passero e descritto a pagg. 93 sg., sono esempi molto opportuni. A mano a mano che si sviluppa l'intelligenza, sono sufficienti all'eccitamento parti sempre più piccole di questi complessi, e con l'intelletto si possono sempre più completare e raffermare le sensazioni, come ogni giorno si possono constatare nei bambini e negli animali in via di sviluppo.

Già in una nota dell'edizione del 1886 feci notare la soverchia stima che ancor diffusamente si faceva della intelligenza degli animali inferiori. La mia opinione me l'era venuta formando semplicemente per le mie osservazioni occasionali sul movimento meccanico negli scarafaggi, ecc. Dopo d'allora sono venuti alla luce gli importanti lavori del Loeb, che danno alla teoria solide basi sperimentali; ed ora si propende a considerare gli animali inferiori come macchine, nel senso del Descartes. La spiegazione, data da A. Bethe (1) alle sue interessanti osservazioni ed esperienze sulle formiche e sulle api, è bensì impugnata dal Wasmann (2) e da H. v. Buttel-Reepen (3), ma gli è chiaro che d'ambedue le parti la discussione è un po' offuscata dalla prevenzione. Io conosco alcuni dei fatti meravigliosi, descritti dal Bethe (4),

---

(1) A. Bethe, *Dürfen wir den Ameisen und Bienen psychische Qualitäten zuschreiben?*, nell'*Archiv* del Plüger, vol. 70°, pag. 17; *Noch einmal über die psychischen Qualitäten der Ameisen*, ibid., vol. 79°, pag. 39.

(2) Wasmann, *Die psychischen Fähigkeiten der Ameisen*, Stuttgart, 1899.

(3) H. v. Buttel-Reepen, *Sind die Bienen Reflexmaschinen?*, Leipzig, 1900.

(4) A tale ordine di fenomeni appartiene anche quello del disorientamento dell'ingresso dell'alveare per le api. Anche l'*homo sapiens* sarebbe disorientato per un più grande spostamento della porta di casa. — Io non credo

per alcune mie personali esperienze, ch' ebbi occasione di fare nella mia gioventù. L'impressione della meccanicità è preponderante. Però mi sembra impossibile che si possa completamente escludere la cooperazione d'una memoria, sia pure rudimentale. Si può soltanto approvare la tendenza di spiegare, senza prevenzioni, i fatti nel senso del Beer, del Bethe e dell'Uexküll, e di far distinzione semplicemente fra reazioni modificabili e non modificabili (1). Io non posso punto credere, che vi siano moti riflessi assolutamente non modificabili. Altrove, poi, ho già parlato della diminuzione della memoria e della difficoltà di fare esperienze, che si vanno osservando a mano a mano che si discende per la scala del regno animale (2).

---

impossibile che più larghe esperienze, nel senso del Bethe, possano condurre a nuove scoperte fisiche. — Si deve inoltre osservare che il suo esperimento col magnete sulle api non può aver successo, dacchè esse apportano con sè il campo magnetico, da ciò resultante.

(1) *Proposte per una obbiettiva nomenclatura nella fisiologia del sistema nervoso* (*Vorschläge zu einer objectivirenden Nomenclatur in der Physiologie des Nervensistems*), nel *Centralblatt f. Physiologie,* vol. 13°, n° 6, 1899.

(2) *Letture scientifiche popolari*, cit. (*Della parte che ha il caso nelle invenzioni e nelle scoperte,* pag. 212 e seg.), Torino, 1900; *Principî della teoria del calorico* (*Principien der Wärmelehre*), 1900, e cfr. ambedue i capitoli sulla *lingua* e sul *concetto.* Cfr. anche H. E. Ziegler, *Theo-*

§ 2.

Le rappresentazioni debbono adunque s u p p l i r e, per quanto siano incomplete, le sensazioni e svolgere più largamente i processi, da queste ultime soltanto inizialmente determinati. Possono bensì nella vita normale le rappresentazioni r i m u o v e r e le sensazioni, per quanto quest'ultime sussistano; ma non del tutto, a lungo andare, se non si vuol che l'organismo incorra in gravissimi rischi per questo. In fatto, nella vita psichica normale vi ha una grande differenza fra ambedue le specie di elementi psichici.

Io mi v e g g o innanzi una tavola nera: con grandissima vivacità e chiarezza mi posso i m a g i n a r e sulla tavola un esagono, disegnato con linee bianche sottili, od una figura colorata. Ma, tolti i casi patologici, io sempre riconosco ciò che veggo e ciò che mi i m a g i n o. Io ben percepisco come, trapassando alle rappresentazioni imaginate, l'attenzione si distragga dall'o c c h i o e s'indirizzi altrove. Una macchia realmente veduta sulla tavola, ed una macchia imaginata in quello stesso punto si differenziano per questo genere d'attenzione, come per una q u a r t a coordinata. Nè i fatti sarebbero pienamente congruenti se si

---

retisches zur Thierpsychologie und vergleichenden Neurophysiologie (*Biologisches Centralblatt,* vol. 20°, n° 1.

dicesse, che l'imagine rappresentata si sovrappone sull'imagine veduta come un'imagine riflessa da uno specchio in una lastra semplice di vetro sopra un corpo che vi traspare attraverso. Al contrario, mi pare che l'imagine rappresentata sia rimossa da un contrario stimolo sensorio, qualitativamente vario e che talvola rimuove anche quest'ultimo. Questo per ora è considerato un fatto psicologico, ma certamente non si tarderà a trovarne anche la spiegazione fisiologica.

È naturale ammettere, che nelle rappresentazioni in realtà di nuovo risorgano, per la reazione delle parti del sistema nervoso centrale, gli stessi processi organici, che sono determinati dallo stimolo fisico nelle corrispondenti sensazioni. Le rappresentazioni, ne' casi normali, si distinguono dalle sensazioni per la loro stretta intensità e sovratutto per la loro poca durata. Se io mi rappresento con l'imaginazione una figura geometrica, avviene come se le linee, tosto che sono tracciate, si cancellassero appena l'attenzione si rivolge ad altre linee. Se vi ritorno sopra, non trovo più nulla, e debbo rifare di bel nuovo il tracciato.

In questo fatto sta appunto il vantaggio principale, che una figura geometrica materiale ha su quella rappresentata nell'imaginazione. Facilmente si mantiene fermo anche nella rappresentazione un piccolo numero di linee; ad esempio, due angoli, uno al centro e l'altro alla periferia, insistenti su uno stesso arco

di cerchio, con due lati, che si riuniscono in un punto — cioè con un lato in comune, e sarebbe il diametro —, o che si tagliano — cioè senza aver alcun lato o parte d'esso in comune —. Se in quest'ultimo caso si aggiunge il diametro passante per il vertice dell'angolo alla periferia, riesce tosto più difficile seguire nella rappresentazione la dimensione dell'angolo, senza rinnovare e compiere di continuo la figura. Con la pratica sovratutto si acquista straordinariamente la facilità e la prontezza di rinnovare le rappresentazioni. Quando io mi occupai della geometria dello Steiner e del von Staudt, era di ciò molto più pratico di quello che non sia adesso.

A mano a mano che si va sviluppando l'intelligenza, che è determinata dalle complicate relazioni della vita dell'uomo, possono le rappresentazioni talvolta attrarre su di sè *tutta* l'attenzione, sì che non si veggono più gli obbietti circostanti. nè si percepiscono questioni che si riferiscono a noi stessi; fatto che gli uomini, non abituati a tale operazione, chiamano « diversione », mentre molto opportunamente si dovrebbe chiamare « raccoglimento ». Se chi si trova in tale condizione viene scosso, col mutare dell'attenzione chiaramente sente il *lavoro*.

§ 3.

Gli è molto utile considerare questa differenza fra rappresentazione e sensazione, per guardarci dal pro-

cedere troppo imprudentemente nella spiegazione psicologica dei fenomeni dei sensi. Che se si fosse badato a questa circostanza, non avrebbe avuto così largo sviluppo la teoria « delle conclusioni sconosciute ».

L'organo, le cui condizioni determinano le rappresentazioni, provvisoriamente possiamo ammettere come quello che (in un grado più ristretto) è atto a tutte le energie specifiche degli organi dei sensi e degli organi motori, sì che, secondo la forza della sua attenzione, su lui influisce or l'una, or l'altra energia di un organo. Un tale organo sarà molto ben disposto a raccordare le relazioni fisiologiche fra le varie energie. Come dimostrano le esperienze fatte su animali con cervello asportato, vi sono verisimilmente, al di fuori dell'« organo delle rappresentazioni », ancora parecchi altri analoghi organi di accordamento meno intimamente connessi col cervello, i cui fenomeni non vengono a conoscenza.

La ricchezza della vita delle rappresentazioni, come possiamo riconoscere osservando noi stessi, si presenta certamente sovratutto nell'uomo. I principî di questa di vita, nella quale *si manifesta affatto solamente la relazione di tutte le parti dell'organismo fra loro*, si estendono ben profondamente nella serie dell'evoluzione degli animali. Ma anche le parti d'un organo possono presentarsi, per mutuo adattamento, in una relazione analoga a quella che sussiste fra le parti dell'organismo intero. Esempio ben chiaro e conosciuto di una tale relazione danno

le due retine col loro apparato motore di accomodamento e di abbagliamento dipendente dalle sensazioni di luce. L'esperienze fisiologiche e la semplice osservazione personale ci dimostrano inoltre che un tale organo ha le sue speciali e convenienti abitudini di esistenza, la sua particolare memoria e, si potrebbe dir quasi, una sua speciale intelligenza.

§ 4.

Le più notevoli osservazioni intorno a questo punto sono certamente quelle fatte da G. Müller nella sua bell'opera: *Sui fenomeni fantastici della vista (Ueber die phantastischen Gesichtserscheinungen*, Coblenz, 1826). I fantasmi visivi, che si producono allo stato di veglia, osservati dal Müller e da altri, sono assolutamente indipendenti da ogni influenza della volontà e della riflessione. Essi sono fenomeni indipendenti, essenzialmente congiunti con l'organo del senso, e che hanno in sè affatto lo stesso carattere della visione di un obbietto reale. Essi sono veri e propri fenomeni della fantasia e della memoria del senso.

Il Müller considera la vita libera e speciale della fantasia come una parte della vita organica, incompatibile con le così dette leggi dell'associazione, alle quali è di molto contraria. A me però sembra che il continuo variare dei fantasmi, descritto dal Müller, non contraddica per nulla alle leggi dell'associazione

Questi fenomeni possono essere meglio compresi se si considerano, senz'altro, come altrettanti ricordi di lenti cambiamenti prospettici delle imagini visive. Ciò che a noi si presenta come saltuario od interrotto nell'ordinario processo associativo delle rappresentazioni, ha luogo soltanto per questo, che entra in attività or l'uno, or l'altro dei campi sensoriali. Cfr. il cap. XI.

Quei processi, i quali, secondo il Müller, si manifestano normalmente nella « sostanza del senso della vista » come conseguenze di una irritazione prodotta sulla retina e che determinano il fenomeno della visione, possono eccezionalmente succedere nella sostanza del senso della vista spontaneamente, anche senza irritazione della retina, costituendo una fonte di fantasmi o allucinazioni.

Noi parliamo di una memoria dei sensi, quando questi fantasmi, nel loro carattere, fermamente s'attengono a ciò che precedentemente abbiamo realmente veduto, e di allucinazioni, quando essi si presentano più liberi ed immediatamente. È difficile porre un limite preciso fra questi due casi.

Per mie personali esperienze, conosco tutte le diverse specie dei fantasmi della vista. Quello che più di sovente si verifica, è il fatto che tali fantasmi avvengono quando l'obbietto si è visto poco chiaramente ed in parte si dilegua. Con singolare vivacità di solito questi fenomeni si presentano dopo un faticoso viaggio notturno in ferrovia. I sassi, gli alberi

assumono allora forme stranissime. — Quando, alcuni anni or sono, m'occupavo delle curve del polso e di sfigmografia, alla sera, ed anche di giorno nella semi-oscurità, mi si presentavano innanzi agli occhi le sottili curve bianche su fondo nero con grande nettezza ed obbiettività. Anche più tardi, occupandomi di altre ricerche fisiche, osservai analoghi fenomeni della « memoria de' sensi ». — Più raramente mi si presentavano di giorno innanzi agli occhi imagini di cose, da me prima non vedute. Ad esempio, alcuni anni fa, per più giorni di seguito, vedevo risplendere sul libro, sul quale leggevo, o sulla carta, sulla quale scrivevo, una rete capillare rosso-chiara (simile alla così detta miracolosa), senza che io mi fossi mai occupato di cose che avessero quella forma. — Quand'era giovane, mi capitava spesso, prima di addormentarmi, di vedere modelli di tappeti a vivi e cangianti colori, il che mi succede ancor oggi, per poco che vi fermi sopra la mia attenzione. Anche uno dei miei figli mi raccontava d'aver sovente « visioni di fiori » prima di addormentarsi. Più di rado alla sera, prima di addormentarmi, veggo varie figure umane, le quali vanno trasformandosi indipendentemente dalla mia volontà.

Una volta particolarmente tentai, con successo, di trasformare una faccia umana in un teschio scarnato; ma questo caso isolato può anche essere stato un accidente. — Spesso m'è accaduto, svegliandomi in una camera al buio, d'aver ancora presenti, in

piena luce, con vivaci colori, le ultime imagini del sogno. — Un fenomeno curioso, che mi succede spesso da alcuni anni, è il seguente: Io mi sveglio e rimango a giacere fermo, a d o c c h i c h i u s i. Davanti a me veggo la coperta del letto, con tutte le sue pieghe, e su di essa, immobili e fisse, le mie mani, con tutte le loro particolarità. Apro gli occhi: sia che mi trovi affatto allo scuro, od alla luce, la coperta e le mani sono in tutt'altra posizione di quella in cui m'erano apparse. Ed è questo un fantasma singolarmente f i s s o e durevole, quale non ho osservato in altre condizioni. Quanto a questa imagine io credo di poter osservare, che t u t t e le diverse parti, sebbene distinte l'una dall'altra, appaiono a l l o s t e s s o t e m p o c h i a r e in un modo, quale non ci è possibile notare di su noti fondamenti in obbietti, osservati obbiettivamente.

Quand'era giovane, allo svegliarmi, spesso mi si presentavano con molta vivacità fantasmi acustici, particolarmente musicali; però, dacchè il mio interesse per la musica è andato diminuendo, sono divenuti rari e di poca importanza. Ma forse anche l'interesse per la musica è il fatto secondario, determinato.

Si trovano quasi sempre traccie di fantasmi, se si sottrae la retina ad impressioni esterne, e l'attenzione si rivolge solamente al campo visivo. Essi si mostrano persino nella semi-oscurità, se l'impressione esterna è debole ed indeterminata o se si osserva una superficie con macchie sfumate e confuse, una

nube, una parete grigia. Le figure, che ci imaginiamo di vedere, in quanto che non si fondano su un processo che faccia soltanto rilevare e connettere le macchie chiaramente percepite con l'attenzione, non sono soltanto fantasmi rappresentati, ma, almeno in parte, fantasmi spontanei, ai quali talvolta ed in parte deve cedere l'eccitazione della retina. L'aspettazione pare che in questi casi favorisca il presentarsi dei fantasmi. Molto spesso, facendo delle ricerche sui raggi d'interferenza, ho creduto di osservarne chiaramente le prime deboli traccie nel campo di vista, mentre poi, continuando l'esperimento, mi sono dovuto convincere che m'era davvero ingannato.

Più d'una volta, trovandomi in un ambiente semi-oscuro, ho creduto di vedere chiaramente un getto d'acqua, che m'aspettavo di vedere uscire da un tubo di caucciù, e riconobbi il mio errore solo accertandomene col tatto. Pare che cotali deboli fantasmi facilmente cedano all'influenza dell'intelletto, mentre questo non ha alcuna azione contro i fantasmi forti e vivamente colorati. Quelli s'accostano di più alle rappresentazioni, questi alle sensazioni.

Questi deboli fantasmi, che ora vengono sopraffatti dalle sensazioni, ora ne mantengono l'equilibrio, ed ora le fanno scomparire, ci permettono di paragonare la forza dei fantasmi con quella delle sensazioni. Scripture dimostrò appunto questo concetto, avendo egli introdotta nel campo visivo di un osservatore, che credeva di vedere una croce (la quale

non esisteva), formata da due fili, una linea reale in una inaspettata direzione, con una intensità che da zero andava sempre crescendo, fino a che venne osservata e considerata uguale al fantasma (1). In tal modo si possono segnare tutti i passaggi dalla sensazione alla rappresentazione. Giammai ci imbattiamo in un fenomeno psichico, che non si possa confrontare con la sensazione, che, senza dubbio, noi dobbiamo considerare anche come obbietto fisico

§ 5.

Leonardo da Vinci (op. cit., pp. 60-61) così parla dell'introdursi de' fantasmi ne' fenomeni visivi:

« Non resterò di mettere fra questi precetti una nuova invenzione di speculazione, la quale, benchè paia piccola, o quasi di riso, nondimeno è di grande utilità a destare l'ingegno a varie invenzioni. E questa è se tu riguarderai in alcuni muri, imbrattati di varie macchie, o pietre di varî misti. Se arai a invenzionare qualche sito, potrai lì vedere similitudini di diversi paesi, ornati di montagne, fiumi, sassi, alberi, pianure grandi, valli o colli in diversi modi. Ancora vi potrai vedere diverse battaglie ed atti pronti di figure strane, arie di volti, ed abiti, ed infinite cose, le quali tu potrai ridurre in integra e buona forma,

(1) Scripture, *The new Psychology*, p. 484, London, '97.

che interviene in simili muri e misti, come del suono delle campane, che ne' loro tocchi vi troverai ogni nome e vocabolo, che tu t'imaginerai ».

« Non isprezzar questo mio parere, nel quale ti si ricorda che non ti sia grave il fermarti alcuna volta a vedere nelle macchie dei muri, o nella cenere del fuoco, o nuvoli, o fanghi, od altri simili luoghi, li quali se ben siano da te considerati, tu vi troverai dentro invenzioni mirabilissime, che lo ingegno del pittore si desta a nuove invenzioni, sì di componimenti di battaglie, d'animali, d'uomini, come di varî componimenti di paesi e di cose mostruose, come di diavoli e simili cose, perchè siano causa di farti onore. Perchè nelle cose confuse lo ingegno si desta a nuove invenzioni. Ma fa prima di sapere ben fare tutte le membra di quelle cose che vuoi figurare, come le membra degli animali e le membra de' paesi, cioè sassi, piante, e simili ».

Il presentarsi affatto indipendente dei fantasmi senza eccitamento della retina, tolti il sogno e lo stato di dormiveglia, deve essere considerato come un fatto patologico, essendo punto conveniente nel rispetto biologico. Parimente si dovrebbe considerare come patologica ogni anormale dipendenza dei fantasmi dal volere. Queste circostanze si danno particolarmente negli alienati, che si credono molto potenti, che si reputano altrettanti dèi, ecc. La sola mancanza di associazioni reprimenti può anche apportare alle rappresentazioni megalomani. Così si può

credere in sogno di aver risolti i più gravi problemi, perchè le associazioni, che dichiarano la contraddizione, non si presentano.

§ 6.

Dopo tali preliminari, vogliamo considerare alcuni fenomeni fisiologico-ottici, di cui non si può dar ancora la *completa spiegazione*, ma che relativamente sono ancor intelligibilissimi come manifestazioni *di una vita indipendente* degli organi dei sensi.

Comunemente si guardano con *ambedue* gli occhi, e per un determinato scopo per la vita, non i colori e le forme, ma i *corpi* nello spazio. Non sono già importanti gli elementi del complesso, ma *tutto* il complesso fisiologico-ottico. L'occhio tenta di *compiere* tale complesso secondo le sue abitudini acquisite od ereditate per le sue condizioni di vita, qualora in causa di speciali circostanze esso si presenti incompleto. Ciò succede facilmente quando guardiamo con *un solo* occhio, od anche quando guardiamo con ambedue gli occhi obbietti molto lontani, se le differenze stereoscopiche spariscono rispetto alla distanza degli occhi.

Comunemente non si percepiscono la luce e l'ombra, ma obbietti spaziali. Difficilmente si osserva l'ombra stessa del corpo. La differenza di luce produce la differenza delle sensazioni di profondità ed aiuta a

modellare il corpo laddove le differenze stereoscopiche non bastano più, come avviene in modo notevole quando si guardino catene di monti lontani.

Giova molto ad intendere questo fatto l'imagine riflessa nel vetro rozzo d'una camera oscura. Qui fa impressione il contrasto forte fra le parti luminose e quelle ombreggiate, mentre ne' corpi tale contrasto non s'avverte finchè non sia necessario osservare tutto su un solo piano. Io ben mi ricordo che, quand'era fanciullo, ogni ombreggiatura d'un disegno mi appariva come una maniera ingiustificata e sformante il disegno stesso; mentre mi rendeva molto più soddisfatto un disegno a puri contorni. Gli è noto, che tutti i popoli, come i Chinesi, non ostante che abbiano una tecnica artistica ben sviluppata, non ombreggiano affatto, o solo imperfettamente, le figure.

Cotale relazione fra sensazione di luce e sensazione di distanza è chiaramente dimostrata dal seguente esperimento, da me fatto già da parecchi anni (1). Poniamoci innanzi sullo scrittoio un biglietto da visita, piegato in modo che lo spigolo *b e*, prominente, sia rivolto verso di noi. La luce venga dalla sinistra. La faccia *a b d e* sarà

Fig. 24.

(1) MACH, *Sull' effetto fisiologico degli stimoli di luce distribuiti nello spazio* (*Ueber die physiologische Wirkung räumlich vertheilter Lichtreize*), nei *Sitzb. d. Wien. Akad.*, parte II, ottobre 1866.

più chiara, molto più oscura la faccia *bcef*, il che difficilmente si osserva guardando naturalmente. Ora, se chiudiamo un occhio, una parte delle sensazioni spaziali va perduta. Noi vediamo sempre spazialmente il foglio piegato, ma nulla di straordinario nella lumeggiatura. Ma tosto che riusciamo a vedere come rientrante lo spigolo *be*, ci appariscono la luce e l'ombre come dipintevi sopra a tempera. Io faccio anzitutto astrazione dalla deformazione prospettica della carta, facilmente percepibile. Una tale « inversione » è possibile, perchè non è determinata la distanza per un'imagine monoculare. Nella fig. 25 *1* sia *O* l'occhio, *a b c* la sezione di un foglio tagliato; la freccia indichi la direzione della luce; *a b* apparirà più chiaro di *b c*. In *2*, parimente, *a b* sarà più chiaro di *b c*. Come ben si vede, l'occhio deve aver l'abitudine di mutare, con la chiarezza degli elementi delle faccie vedute, anche la pendenza della sensazione di distanza.

Fig. 25.

La pendenza e la lontananza diminuiscono col diminuire della chiarezza verso destra, se la luce cade da sinistra, e viceversa, se la luce vien dalla destra. Che se gli involucri del bulbo, sul quale risiede la retina, fossero diafani, non sarebbe indifferente anche per la distribuzione della luce sulla re-

tina, se la luce avesse a cadere dalla destra o dalla sinistra. Le circostanze, pertanto, sono così fatte, che si può rappresentare una sicura abitudine dell'occhio, senza la cooperazione dell'intelletto, per la quale sono in chiaro modo determinate la chiarezza e la distanza. Che se una parte della retina, come nell'esperimento precedente, avesse a contrapporre un'altra abitudine alla prima, ciò si esplicherebbe per mezzo di strane sensazioni.

Quanto possa essere notevole l'effetto della luce penetrante per l'involucro del bulbo, è sicuramente dichiarato dagli esperimenti del Fechner (1). E qui torna a proposito la seguente osservazione: Sotto il mio tavolino sta una coperta verdastra, della quale, mentre scrivo, veggo una piccola parte. Se ora un raggio di luce del sole e del giorno, cadendo da sinistra su quel tratto, a caso od a bella posta, fa nascere una doppia imagine, l'imagine corrispondente all'occhio sinistro, più illuminato, è colorata per il contrasto di un verde carico, mentre l'imagine corrispondente all'occhio destro è affatto d'un verde grigio. Sarebbe certo interessante studiare le variazioni dell'intensità ed i colori nella lumeggiatura del bulbo in queste e negli esperimenti d'inversione.

Con quel che s'è detto si vuol indicare soltanto il

(1) Fechner, *Ueber den seitlichen Fenster- und Kerzenversuch*, nei *Berichte d. Leipziger Gesellsch. d. Wissenschaften*, 1860.

carattere del fenomeno e dichiarare l'indirizzo, che devesi seguire nella ricerca della spiegazione fisiologica (escluse le speculazioni psicologiche). Quanto poi alla qualità delle sensazioni, che stanno fra loro in correlazione, vogliamo ancor osservare, che sembra predominarvi un principio simile alla legge della *conservazione dell' energia*. Le differenze di lumeggiatura si mutano in parte in differenze di distanza e quindi si affievoliscono di per sè. Viceversa, possono aumentare le differenze di lumeggiatura a prezzo delle differenze di distanza. In un' altra occasione avremo da fare un'analoga osservazione.

§ 7.

Fig. 26.

L'abitudine di osservare de' corpi, cioè di rivolgere l'attenzione ad una grande massa di sensazioni di luce, spazialmente in sè connessa, porta con sè speciali fenomeni, in parte preponderanti. Ad esempio, una pittura, un disegno a due colori in generale si presenta affatto diverso, secondo che si pone a fon-

damento l'uno o l'altro dei due colori. Le imagini ne' traguardi, nelle quali apparisce quasi uno spettro fra rami d'albero, si riconoscono tosto che si pone come obbietto il cielo rilucente e come fondo gli alberi neri. Soltanto eccezionalmente fondo ed obbietto danno la stessa forma, onde risulta un motivo ornamentale molto comune, come dimostra, ad esempio, la fig. 26, tratta dalla pag. 15 della già citata *Grammar of ornament*, ed anche le figg. 20, 22 della tav. 35, e la fig. 13 della tav. 43 di quell'opera medesima.

§ 8.

I fenomeni della visione spaziale, che compariscono nella visione monoculare di un'imagine prospettica, o, ciò che torna lo stesso, nella visione monoculare d'un obbietto, sono comunemente considerati troppo leggermente come affatto facili ad esplicarsi. Io credo, che a questo riguardo sia aperto ancor l'adito a molte e varie ricerche. La sensazione di spazio è solo in parte determinata per la stessa imagine prospettica, che può appartenere indefinitamente a molti varî obbietti. Se, tuttavia, de' molti corpi, che si possono pensare come attinenti all'imagine, solo pochi sono realmente veduti, e cioè presentano il carattere della perfetta obbiettività, questo deve avere un importante fondamento fisiologico. Non ci si può pertanto richiamare al fatto, che il pensiero si può

supplire con le determinazioni secondarie, nè ai ricordi conosciuti, i quali si risvegliano in noi, ma piuttosto convien pensare a determinate abitudini di esistenza del senso della vista.

Se il senso della vista procede per abitudini, che esso ha acquisito per i bisogni della vita e della specie e dell'individuo, si può senz'altro ammettere che esso proceda secondo il principio della verosimiglianza, cioè che si presentino insieme quelle funzioni, le quali più comunemente si esplicano, dato che ne sia eccitata una. Ad esempio, quelle sensazioni di distanza, che sono più comunemente congiunte con una determinata imagine prospettica, sono anche facilmente riprodotte, quando si presenti quell'imagine, senza che queste sensazioni siano condeterminate. Inoltre, nella visione d'imagini prospettiche par che si manifesti un principio di economia, cioè che il senso della vista non si assume di per sè alcun lavoro più grave di quello che è determinato dallo stimolo. Ambedue i principî, come vedremo, coincidono nei loro effetti.

§ 9.

Vedremo ora, spiegandolo ne' suoi particolari, quello che abbiamo fin qui enunciato. Se consideriamo una retta in un'imagine prospettica, noi la vediamo sempre come una retta nello spazio, sebbene la retta, come imagine prospettica, possa corrispondere inde-

finitamente a molte e varie curve piane, come obbietti. Solo nel caso speciale che il piano d'una curva passi per il punto d'incrocio de' raggi principali di un occhio, essa si presenterà come retta alla retina corrispondente (relativamente come giro grossissimo), e soltanto nel caso, ancor più speciale, che il piano della curva passi per il suddetto punto d'incrocio di ambedue gli occhi, essa si presenta come retta per ambedue gli occhi. Gli è pertanto molto inverosimile che una curva piana appaia come retta, mentre, al contrario, una retta nello spazio si presenta sempre come retta ad ambedue le retine. L'obbietto, adunque, più verosimile, che corrisponde alla retta prospettica, è una retta nello spazio.

Le rette hanno diverse proprietà geometriche. Ma queste proprietà, come, ad esempio, quella di rappresentare la più breve distanza fra due punti, fisiologicamente non hanno valore. Più importante è il fatto che le rette, poste sul piano mediano, o perpendicolari al piano mediano, sono di per sè stesse fisiologicamente simmetriche. Le verticali, poi, giacenti sul piano mediano, si distinguono fisiologicamente ancor per la grandissima uniformità nella sensazione di distanza e perchè coincidono nella loro direzione con quella dei gravi. Tutte le verticali possono facilmente e prontamente essere portate a coincidere col piano mediano e quindi a partecipare di questa proprietà fisiologica. La retta nello spazio si deve sopratutto distinguere ancora per qualche

altra proprietà fisiologica. Già da tempo fu osservata l'identità di direzione in tutti i suoi elementi.

Ad ogni punto della retta nello spazio corrisponde anche la media della sensazione di distanza dei punti circostanti. La retta nello spazio offre così un *minimum* di deviazione dalla media delle sensazioni di distanza, come ogni punto d'una retta offre la media dei valori spaziali dello stesso genere dei punti circostanti. Dopo ciò è facile l'ipotesi che la retta è veduta col minimo sforzo. Il senso della vista procede così secondo il principio dell'economia e, ad un tempo, secondo il principio della verosomiglianza, dal momento che con predilezione si osserva la retta.

Già nel 1866, nei *Rendiconti delle tornate dell'Accademia di Vienna* (vol. 54°), scriveva: « Se la linea retta sempre e dovunque accompagna l'uomo civilizzato, si può ammettere che ogni retta possibile per la retina si possa vedere come retta nello spazio in un numero indefinito di volte in ogni modo possibile. Non ci deve quindi sorprendere l'attitudine degli occhi a percepire le rette ». — Io scriveva allora questa opinione a contraggenio contro la teoria dei darwinisti, che, in quella stessa dissertazione, teneva pure in gran conto. Oggi, poi, sono ancor più persuaso che la suddetta attitudine non è conseguenza dell'esperienza individuale e nemmeno dell'esperienza dell'uomo; tanto è vero che l'hanno persino gli animali ed in parte è ereditaria.

§ 10.

Sovratutto avviene la deviazione di una sensazione dalla media delle sensazioni vicine e promuove nell'organismo sensoriale uno sforzo particolare. Ogni incurvarsi d'una curva, ogni sporgere o rientrare di una superficie determina sempre la deviazione d'una sensazione spaziale dalla media dell'ambiente, sul quale è diretta l'attenzione. Un piano si distingue fisiologicamente per questo, che ogni deviazione dalla media è minima, o, in casi speciali, per ogni punto uguale a zero. Se si considerano allo stereoscopio le macchie d'una superficie qualunque, le cui rappresentazioni parziali non siano ancor confuse in una imagine binoculare, si avrà una speciale impressione piacevole, quando la si estenda improvvisamente su un piano. L'impressione estetica del circolo e della sfera pare derivi appunto da questo, che l'accennata deviazione dalla media è uguale per tutti i punti.

§ 11.

In un mio più antico lavoro (1) dimostrai quale valore abbia, rispetto alla sensazione di luce,

(1) Mach, *Sull'effetto della distribuzione spaziale degli stimoli di luce sulla retina* (*Ueber die Wirkung*, ecc., cit.).

la deviazione dalla media dell'ambiente. Si dipinga una serie di settori bianchi e neri, com'è indicato nella fig. 27, sopra una striscia di carta *AA BB*, e

Fig. 27.

si avvolga quest'ultima, come un mantello, sopra un cilindro, il cui asse sia parallelo ad *AB*. Facendo girare rapidamente quest'ultimo, risulta un campo grigio con crescente chiarezza da *B* verso *A*, nel quale, però, spicca una striscia *αα* più chiara ed una *ββ* più oscura. I tratti, che corrispondono alle ripiegature *α*, non sono fisicamente più chiari dell'ambiente, ma la loro intensità di luce supera la media dell'intensità dell'ambiente più vicino; mentre, all'inverso, l'intensità presso *β* resta inferiore a quella media dell'ambiente (1). Chiara-

---

nei *Sitzb. d. Wien. Akad.*, vol. 52°, 1865. — Ed il seguito di questa ricerca nei volumi 54° (a. 1866) e 57° (1868) dei *Sitzb.* cit. — Vedi ancora: *Sulla dipendenza dei punti della retina fra di loro* (*Ueber die Abhängigkeit*, ecc., cit.), nella *Vierteljahrsschr. für Psychiatrie* (Neuwied-Leipzig), '68.

(1) Un'osservazione sull'analogia fra sensazione di luce

mente, adunque, si prova la deviazione dalla media, per cui all'organo della vista s'impone un particolare lavoro. Al contrario, difficilmente si osserva la modificazione continua della chiarezza, finchè essa corrisponde in ciascun punto alla media dell'ambiente circostante. Quale importanza teleologica poi abbia questa circostanza per far rilevare e determinare gli obbietti, ho già accennato da lungo tempo (op. cit. nei *Sitzb. d. Wien. Akad.*, ottobre 1865 e gennaio 1868). La retina toglie le piccole differenze e distingue solo le grandi sproporzioni. Essa schematizza e, per così dire, carica le tinte. Già Panum da parte sua ha fatto notare l'importanza dei contorni nel fenomeno visivo.

caricatura

Per mezzo di esperienze molto varie, fra le quali quella data dalla fig. 27 è una delle più semplici, mi sono confermato nell'opinione, che la luce su ciascun punto della retina è percepita secondo il grado della deviazione dalla media della luce de' punti circostanti. Per ciò convien credere, che l'influenza dei punti della retina in quella media va rapidamente decrescendo con la distanza dei punti considerati, il

e funzione potenziale si trova nella mia nota: *Sulla dimostrazione delle curve equipotenziali del Guébhards* (*Ueber Herrn Guébhards's Darstellung der Aequipotentialcurven*), negli *Annalen* del WIEDEMANN, vol. 17° (a. 1882), pag. 864, e *Principî della teoria del calorico* (*Principien*, ecc., cit., pag. 118, 2ª ed., 1900).

che divien naturalmente intelligibile per la reciproca azione organica degli elementi della retina.

Sia $i = f(x, y)$ la data intensità di luce della retina in un sistema di coordinate $(X\ Y)$: il suo valore medio per ogni punto determinato è rappresentato approssimativamente dalla formula:

$$i + m\left(\frac{d^2 i}{dx^2} + \frac{d^2 i}{dy^2}\right),$$

dove tutti i raggi d'incurvamento della superficie $f(x, y)$ sono riconosciuti di molto contro la distanza nella quale influiscono notevolmente i punti della retina; m è una costante. Quindi, secondo che la formula $\left(\frac{d^2 i}{dx^2} + \frac{d^2 i}{dy^2}\right)$ è positiva o negativa, si trova il punto sulla retina più oscuro o relativamente più chiaro, rispetto all'uniforme lumeggiamento dei punti circostanti, con la relativa intensità. Se la superficie $f(x, y)$ ha lati e ripiegature, sarà la formula $\left(\frac{d^2 i}{dx^2} + \frac{d^2 i}{dy^2}\right)$ infinita; perciò riesce inutile. Al punto del ripiegamento corrisponde in questo caso certamente un forte oscuramento o rischiaramento, ma, naturalmente, punto infinito.

La retina non è formata di punti sensibili, ma di un numero finito di elementi sensibili di limitata estensione. Manca ancora la più esatta conoscenza delle leggi, che regolano gli effetti reciproci di questi elementi e che sarebbe necessaria per una

più esatta determinazione del fenomeno di questi casi speciali.

Che se facilmente si può essere tratti in errore, se si giudica la distribuzione obbiettiva della luce secondo l'impressione subbiettiva, la conoscenza della legge del contrasto suindicato è d'importanza anche per le ricerche prettamente fisiche.

Anche il Grimaldi rimase ingannato da un tale fenomeno. E questo stesso fenomeno ci si presenta quando consideriamo le ombre, gli spettri d'assorbimento ed in altri casi innumerevoli. Le mie comunicazioni per circostanze speciali trovarono poca diffusione, ed i fatti in questione per una seconda volta vennero alla luce più di trent'anni più tardi (1).

§ 12.

Riguardo alle sensazioni di distanza prodotte da una imagine monoculare, sono interessanti i seguenti esperimenti. La fig. 28 rappresenta un quadrilatero piano con due diagonali. Se noi l'osserviamo con un solo occhio, esso appare quanto mai chiaramente piano con-

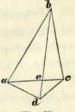



Fig. 28.

(1) H. SEELIGER, *Die scheinbare Vergrösserung des Erdschattens bei Mondfinsternissen*, nelle *Abhandl. d. Münchener Akad.*, 1896; H. HAGA e C. H. WIND, *Beugung*

forme alle leggi di verosomiglianza e d'economia. Gli obbietti piani, nella maggior parte de' casi, non obbligano punto la vista alla percezione della distanza. Dove manca questo sforzo, l'obbietto piano riesce il più verosimile e, ad un tempo, il più comodo per l'organo del senso.

Lo stesso disegno, visto con un solo occhio, può parere anche un tetraedro, il cui spigolo *bd* sta innanzi allo spigolo *ac*, o come un tetraedro, il cui spigolo *bd* sta dietro allo spigolo *ac*. L'influenza dell'imaginazione e della volontà sul processo della visione è minima e si riduce a guidare l'attenzione e ad indurre alla scelta della disposizione dell'organo della vista per uno dei molti casi ad essa abituali, ed ognuno dei quali, prescelto, si eccita poi con meccanica sicurezza e precisione. Riguardando il punto *e*, si può infatti alternare arbitrariamente i due tetraedri, otticamente possibili,

der Röntgenstrahlen, in WIEDEMANN'S, *Annalen,* vol. 68° (a. 1899), pag. 866; C. H. WIND, *Zur Demonstration einer von E. Mach entdeckten optischen Täuschung,* nella *Physik. Zeitschr.,* I, n° 10, di RIECKE e SIMON. — A. v. OBERMAYER (in *Ueber die Säume um die Bilder dunker Gegenstände auf hellem Hintergrunde,* nell'*Jahrbuch f. Photographie* del 1900 dell'EDER) fa conoscere un numero di nuovi fatti che si possono spiegare con la legge di contrasto dichiarata nel testo. Delle mie quattro dissertazioni, egli conosce soltanto la prima, e però indica la legge nella prima forma ancora difettosa.

secondo che *bd* ci si presenta più vicino o più lontano di *ac*. L'organo della vista è abituato ad ambedue questi casi, perchè spesso un corpo parzialmente copre l'altro.

Loeb (1) trova che il movimento d'avvicinamento della fig. 31 dà l'accomodamento per la vicinanza e, ad un tempo, per la prominenza dello spigolo *be*. Io non ho potuto ottenere un così deciso risultato, nè trovarne, anche teoricamente, alcun sufficiente fondamento (2), sebbene volentieri ammetta che le modificazioni di allontanamento della figura facilmente conduce ad un cambiamento del concetto.

Lo stesso disegno può inoltre essere riguardato come una piramide quadrangolare, secondo che il punto d'intersezione *e* si imagina posto avanti o dietro il piano *abcd*. Questo riesce più difficile se *bed* ed *aec* sono due rette perfette, perchè ripugna all'abitudine dell'organo della vista di osservare senza sforzo una retta come piegata: vi riesce solo perchè il punto *e* ha una posizione speciale. Ma se in *e* si trova una piccola inflessione, l'esperienza riesce senza difficoltà.

---

(1) Loeb, *Ueber optische Inversion*, nell'*Archiv* del Pflüger, vol. 40°, pag. 247, a. 1887.

(2) Hillebrand (*Verh. v. Accommod. u. Converg. z. Tiefenlocalisation*, nella *Ztschr. f. Psych. u. Phys. der Sinnesorg.*, VII, pag. 97) ha dimostrata la piccola importanza dell'accomodamento per la visione della distanza.

Anche chi è ancora mal pratico di prospettiva, quando sappia specialmente astrarre dal piano del disegno, il che riesce facilmente se si guarda con un solo occhio, acquista tosto una sicura percezione dell'effetto d'un disegno lineare prospettico quanto chi ha piena cognizione della legge di prospettiva. È mia convinzione, che ben poco o nulla affatto abbia a vedere con questo fatto la riflessione ed il ricordo di obbietti veduti. Si è già veduto, d'altra parte, perchè le rette di un disegno si veggano come rette nello spazio. Dove poi delle rette sembrano convergere in un punto del piano d'un disegno, i termini delle rette convergenti ed avvicinantisi vengono, secondo il principio di verosomiglianza e d'economia, a deviare a distanza uguale o quasi uguale, donde l'effetto del punto di fuga *(Fluchtpunkt)*. Siffatte rette possono essere vedute come parallele, ma non v'ha la necessità di una tale impressione. Se teniamo il disegno, rappresentato dalla fig. 29, all'altezza dell'occhio, esso ci può dare l'impressione dello sfondo d'una galleria. I termini *ghef* vadano a cadere ad uguale distanza. Se questa poi è grande, le linee *ae*, *bf*, *cg*, *dh* sembrano orizzontali. Ora, sollevando il disegno, il fianco *abfe* sembra innalzarsi con lo sfondo *efgh*: se si abbassa il disegno, avviene il fenomeno contrario. Analoghe variazioni osserviamo muovendo il disegno verso destra o verso sinistra. Per

Fig. 29.

questo gli elementi dell'effetto prospettico giungono alla più semplice e chiara espressione.

Le figure piane, formate soltanto di linee rette e che s'intersecano sempre ortogonalmente, appariscono sempre solamente come piane; mentre in quelle in cui vi sono linee curve ed intersecantisi obliquamente, le linee facilmente risaltano dal piano, come dimostra la fig. 30, che dà, senza nessuna difficoltà, l'imagine d'una superficie curva. Se un contorno, come quello della fig. 30, ha nello spazio una determinata forma e lo si imagina come limite d'una superficie, quest'ultima apparisce, per dirla in breve, piana quanto mai è possibile, cioè con un *minimum* di deviazione dalla media della sensazione di distanza (1).

Fig. 30.

§ 13.

In occasione dell'esperimento sopra accennato (pagina 241) con l'inversione monoculare del foglio

(1) La sensazione di distanza qui di nuovo si comporta similmente alla funzione potenziale in uno spazio i cui limiti siano determinati. Questa superficie, per eccellenza piana, non coincide con la superficie *minimæ areæ,* che si potrebbe conseguire se il contorno veduto nello spazio, rappresentato da un filo ed immerso in una soluzione di sapone, si potesse ricoprire d'una pellicola fluida di Plateau.

di carta, ho già ricordato a quale si contrapponga il peculiare reciproco effetto delle linee intersecantisi obliquamente nel piano d'un disegno (rispetto alla retina), risultando fuori dal piano del disegno (relativamente al piano perpendicolare alla visuale). Il foglio della fig. 31, che ha verticale lo spigolo *be*, convesso verso di me, se è posto in modo che, se mi ci riesce, possa vedere *be* concavo, come un libro aperto sul tavolino, presenta *b* più lontano di *e*. Sperimentato una volta il fenomeno, l'inversione riesce quasi con ogni obbietto, e col mutamento della forma (inversione) si può osservare quella notevole variazione, che deriva dall'orientamento (posizione) dell'obbietto. In modo particolarmente sorprendente si presenta il fenomeno negli obbietti trasparenti.

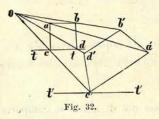
Fig. 31.

Sia *abcd* la sezione d'un dado di vetro posto sul tavolino *tt* ed *O* l'occhio. Per inversione monoculare si spinga *a* verso *a'*, *b* verso *b'*, *c* verso *c'*, e *d* verso *d'*. Pare ora che il dado tocchi col bordo *c'* obliquamente il tavolino *t't'*. Per aver un'idea più chiara, bisogna rappresentarci le due imagini successivamente e non insieme. Ora, se al posto del dado si sostituisce un bicchiere parzialmente riempito d'un liquido colorato, questo,

Fig. 32.

naturalmente, si presenterà con la sua superficie scorrevole egualmente inclinato.

Gli stessi fenomeni si possono considerare con sufficiente attenzione in ogni disegno lineare. Se ci mettiamo innanzi il foglio verticale, come nella fig. 31, e lo osserviamo con un solo occhio, se *be* è convesso, vedremo *b* prominente; al contrario, se *b* è concavo, *e* si avanzerà verso l'osservatore, mentre *b* s'allontanerà. A questo riguardo Loeb (1) osserva che i punti *ace* rimangono sul piano del disegno. In fatto diviene per questo chiaro il cambiamento d'orientamento. Se si tracciano pertanto le linee punteggiate (fig. 33) e non si considera la figura, che giace fuori del triangolo punteggiato, ci si presenta come prominente o rientrante l'imagine di una piramide triangolare, che giace con la base sul piano del disegno. L'inversione non apporta alcun ambiguo mutamento d'orientamento.

Fig. 33.

Sembra, adunque, che *ogni punto, visto con un solo occhio, miri al minimo della deviazione dalla media della sensazione di distanza e che tutto l'obbietto veduto tenda al minimo della distanza dalla superficie fondamentale (Kernfläche) del Hering, che si può conseguire a furia di esperimenti.*

Se si osservano le deformazioni che presenta una figura piana lineare, guardandola nello spazio con

(1) Loeb, op. e l. cit.

un solo occhio, si può qualitativamente determinare, che i lati d'un angolo acuto si protendono verso le parti opposte, e quelli d'un angolo ottuso dalla stessa parte, fuori del piano del disegno, del piano perpendicolare alla visuale. Pertanto gli angoli acuti ingrandiscono, impicciolíscono gli ottusi. Tutti gli angoli tendono a divenire retti.

§ 14.

Quest'ultima proposizione ravvicina appunto la relazione del fenomeno, sopra descritto, con la pseudoscopia dello Zöllner e coi numerosi fenomeni a questa analoghi. Anche qui, soltanto che i disegni siano osservati nel piano, tutto si riduce all'ingrandimento degli angoli acuti ed al rimpicciolimento di quelli ottusi. Ma se si osservano nello spazio con un solo occhio, spariscono le pseudoscopie e si presentano i fenomeni sopra descritti. E, sebbene queste pseudoscopie siano state variamente studiate, pure ancora adesso non se ne ha una spiegazione, che sia sufficiente sotto ogni punto di vista. Con spiegazioni così superficiali, come, ad esempio, quella: che noi siamo di preferenza abituati a vedere angoli retti, a niuna conclusione, naturalmente, si può giungere, se non si è condotta a termine tutta la ricerca, oppure se la s'interrompe prematuramente. Abbastanza spesso vediamo obbietti con spigoli obliqui,

ma giammai senza artistica disposizione, come nell'esperimento suindicato, una superficie liquida ferma ed obliqua. Pertanto, a quel che pare, l'occhio preferisce la superficie obliqua d'un liquido ad un corpo con spigoli obliqui.

La forza elementare, che si esplica in questi fenomeni, a mio parere, ha la sua radice nelle abitudini molto semplici dell'organo visivo, e che a stento si possono intendere nella vita colta dell'uomo. Altra volta io ho tentato di spiegare i fenomeni per un contrasto di indirizzo analogo al contrasto dei colori, senza però giungere a risultati soddisfacenti. Le nuove ricerche del Loeb (1), del Heymans (2) ed altri, come le osservazioni del Hoefler (3) sul contrasto delle curve, favoriscono vieppiù una tal teoria del contrasto. E, almeno in questi ultimi tempi, si è manifestata decisa la propensione ad una spiegazione prettamente fisiologica (4).

Anche il principio della economia non mi pare riesca di grande utilità rispetto alle pseudoscopie dello Zöllner. Esito più soddisfacente pare che dia

(1) Loeb, nell'*Archiv* del Plüger, pag. 509, a. 1895.

(2) Heymans, *Ztschr. f. Psych. u. Physiol. d. Sinnesorgane,* XIV, 101.

(3) Höfler, *Ztschr. f. Psych. u. Physiol. d. Sinnesorgane,* XII, 1.

(4) Witasek, *Ztschr. f. Psych. u. Physiol. d. Sinnesorgane,* XIX, 1.

il principio della verosomiglianza. Supponiamo che la retina sia come una palla ed il vertice d'un angolo *a* fissato nello spazio (fig. 34). I piani che, passando per il punto d'incrocio dell'occhio ed i lati dell'angolo, proiettano quest'ultimi sulla retina, tagliano, su questa, una figura sferica biangolare con l'angolo *A*, il quale rappresenta l'angolo dell'imagine monoculare. Allo stesso *A* determinato possono ora corrispondere infiniti valori di *a* da 0° a 180°, come si può capire, se si pensa che i lati dell'angolo obbiettivo possono ammettere ogni qualunque posizione nei suddetti piani di proiezione. Ad un angolo *A*, veduto, possono adunque corrispondere tutti i valori dell'angolo obbiettivo *a*, e questi si presentano se si lascia variare ognuno dei lati *b*, *c* del triangolo da 0° a 180°. Per ciò ora realmente avviene, osservando un caso determinato, che ad ogni angolo acuto, realmente veduto come obbietto più verosimile, corrisponda un angolo più grande, e ad ogni angolo ottuso, realmente veduto, corrisponda un angolo più piccolo. Io, però, non fui in grado di discernere se quei casi, che siamo propensi a considerare ugualmente possibili geometricamente, debbano essere considerati egualmente possibili anche fisiologicamente, il che sarebbe di essenziale importanza. Ma tale trattazione mi pare troppo artificiosa.

Fig. 34.

§ 15.

Non posso qui far a meno di ricordare, che A. Stöhr ha tentato di dare una spiegazione dei fenomeni, finora accennati, sotto punti di vista affatto nuovi. E, con piena simpatia e consentimento, posso presentare le considerazioni generali cui si lascia andare lo Stöhr. Però, fino ad ora, non ho potuto con sicurezza giudicare se alle ipotesi dello Stöhr corrisponda un fondamento realmente constatabile. Le relazioni, da lui affermate, sono inoltre così complicate, che non è facile darne giudizio, senza ritentare da capo gli stessi esperimenti. Io, adunque, non so se le spiegazioni dello Stöhr saranno sufficienti a tutti i casi. In un lavoro un po' più vecchio (1) ammette, che all'imagine diottrica dell'occhio al di fuori della retina, corrisponda un'imagine catottrica sulla retina, il cui rilievo dipende dalla distanza della retina stessa. La distanza sulla retina sarebbe ciò che determina la distanza percepita nello spazio e regola l'adattamento. In fatto mi sono sempre domandato come sia determinato il senso del mutamento d'adattamento, dacchè questo non può essere determinato soltanto dalla grandezza del circolo di diversione,

(1) A. Stöhr, *Zur nativistischen Behandlung des Tiefensehens,* Wien, 1892.

e di poi la connessione fra convergenza ed adattamento è soltanto una connessione debole ed incerta, e anche un occhio solo si adatta. D'altra parte contro quest'opinione stanno le numerose osservazioni sulla mancanza di valore dell'adattamento per la sensazione di distanza. Il grosso spessore della retina degli occhi degli insetti (1) spinge a pensare che questo abbia una funzione nella percezione del rilievo.

In due altri lavori (2) lo Stöhr dichiarò più largamente questa sua teoria. Nel secondo si manifesta una teoria molto simile a quella dello Scheffler, ma con un indirizzo più fisiologico. Lo Stöhr infatti non reputa soddisfacente l'opinione prevalente: che le imagini di punti, che più o meno divergono dai corrispondenti, si fondano in un'unica impressione. « Dov'è lo scambiatore, il quale non solo ponga lo scambio in modo strano, ma anche in modo confacente, sì che un insolito paio di rotaie possa combinare insieme due stimoli nell'organo centrale? ». Si ammette che le retine d'ambedue gli occhi dallo sforzo di rendere m i n i m o lo stimolo della luce tendano preponderantemente ad u n i f o r m a r e imagini diverse. Gli elementi nervosi eccitano il muscolo ciliare e non

(1) Exner, *Die Physiologie der facettirten Augen*, p. 188, Wien, 1891.

(2) A. Stöhr, *Zur Erklärung der Zöllnerschen Pseudoskopie*, Wien, 1898; Idem, *Binoculare Figurmischung und Pseudoskopie*, Wien, 1900.

soltanto in modo regolarmente uniforme, ma, secondo il bisogno, anche in modo punto uniforme. La regolare contrazione del muscolo ciliare apporta un grande incurvamento delle lenti ed una stretta contrazione della retina. Pertanto se gli elementi della retina conservano i loro valori locali, l'imagine stessa sulla retina rimane ingrandita. Così, secondo lo Stöhr, si intende, che i sistemi dei circoli proporzionali del Panum (fino al rapporto dei raggi 4 : 5) si veggano semplici e di media grandezza per l'adattamento d'ambedue gli occhi fra di loro con punti identici sulla retina. Che la fusione dei sistemi di circoli non avvenga se si estingue una delle due imagini, lo accenna lo Stöhr, facendo derivare un sistema di circoli da punti rossi, un altro da punti verdi alternantisi, sì che nella completa imagine binoculare i punti rossi appariscono fra i verdi. Ora, le contrazioni irregolari del muscolo ciliare possono produrre molteplici effetti: da prima una irregolare deformazione delle lenti, con molteplici rivolgimenti delle punte della diacaustica di varî fasci di raggi, onde il mutamento di rilievo dell'imagine diottrica e catottrica, e di poi una varia minima deformazione della retina. Stöhr crede di stabilire, con dettagliate determinazioni, la possibilità della sua teoria e di raffermare la realtà delle sue affermazioni con ricerche su osservatori dall'occhio afacico. Fondandosi su straordinarie prove, ad esempio: la spezzatura stereoscopica delle rette, ha fermato, ad ogni

modo, la sua teoria, e merita per ciò appunto considerazione. E, per quanto mi sia simpatica la sua opinione riguardo all'occhio ed alle sue parti, considerate come organismi viventi, non ho però ancor potuto convincermi come, accettando le sue spiegazioni, con queste si possano spiegare tutti i più complicati casi della visione spaziale.

Lo Stöhr, a ragione, s'allontana dalle tradizioni dell'ottica fisiologica. In sè non vi può essere alcun fondamento per non condurre alla sicura prova della sua teoria, dopo che le ricche investigazioni fisiologiche di Exner e di Th. Beer (1) ci hanno dimostrato, con belli e meravigliosi fatti, che gli occhi sono di così varie disposizioni organiche, che a stento potrebbe *a priori* credere un fisico.

Taluni fenomeni, poi, inducono a credere, che agli occhi si presentino, durante la visione, mutamenti ancor da studiarsi. Imagini stereoscopiche con forti differenze stereoscopiche mostrano, quando si insista nella visione, ancora un successivo enorme incremento del rilievo, se anche la fusione s'è da lungo tempo chiaramente compiuta. In sistemi di sottili rette piane parallele si sono osservati ondeggianti incur-

(1) Th. Beer, *Die Accommodation des Fischauges* (Pflüger's, *Archiv*, vol. 68°, pag. 523); Idem, *Accomodation des Auges in der Thierreihe* (*Wiener klinische Wochenschrift*, n° 42, a. 1898); Idem, *Ueber primitive Sehorgane* (*ibidem*, n[i] 11-13, a. 1901.

vamenti ed ondulazioni, e si sono riportati in modo quasi affatto peculiare al mosaico della retina, insufficiente alla percezione di rette così sottili. Però io ho osservato questo fenomeno non già nei sistemi di linee micrometriche, ma, anzi, molto chiaramente visibili, continuando ad osservarli insistentemente. Adunque tale fatto non ha nulla che fare col mosaico della retina. Piuttosto io credo che i valori spaziali riescano alquanto confusi per lo sforzo, quasi piccoli rivolgimenti nel senso dello Stöhr (1).

§ 16.

Il facile trapasso dalla visione pseudoscopica di figure piane alla loro visione monoculare nello spazio fa dare alla prima una dilucidazione ancor più larga. I fatti seguenti confermeranno quest'opinione. Una figura lineare piana, osservata con un solo occhio, si mostra comunemente piana. Ma se si rende variabile l'angolo e si introduce il movimento, ogni disegno di tal genere si protende tosto nello sfondo. Allora si vede comunemente un corpo rigido mettersi in movimento, fatto che ho avuto già occasione

(1) Confronta la mia nota, *Sull' effetto fisiologico degli stimoli di luce distribuiti nello spazio* (*Ueber die physiol. Wirkung*, ecc., cit.), nei *Wiener Sitzber.*, p. II, ottobre 1866 (pagg. 7, 10 dell'estratto).

di descrivere altra volta (1). Le così dette figure mobili di Lissajous, le quali, per il mutare delle diverse fasi, sembrano poste su un cilindro girante, ci danno un bell'esempio di questo fenomeno.

Si potrebbe a tal proposito accennare di nuovo all'abitudine di usare de' corpi rigidi. In realtà corpi rigidi messi in giro, in movimento ci attorniano continuamente. Già tutto il mondo materiale, nel quale ci muoviamo, è, in determinata misura, un corpo rigido, nè, particolarmente senza l'aiuto dei corpi rigidi, potremmo giungere alla rappresentazione dello spazio geometrico. Noi anche comunemente non consideriamo la posizione dei singoli punti di un corpo nello spazio, ma senz'altro ne abbracciamo le dimensioni. Donde la difficoltà, principalmente per coloro che non sono abituati a formarsi delle imagini prospettiche. I bambini, che pur sono abituati a vedere i corpi nelle loro vere dimensioni, non hanno punto famigliarità con gli scorci prospettici e si contentano di una costruzione molto semplice, di disegni a profili. Io ben mi ricordo di questo fatto e mi viene a proposito di ricordare i disegni degli antichi Egiziani, i quali ci presentano le parti dei corpi delle figure, per quanto è possibile, nelle loro vere dimensioni, ma compresse contro il piano del

(1) MACH, *Osservazioni sulla stereoscopia monoculare* (*Beobachtungen über monoculare Stereoskopie*), nei *Sitzb. der Wien Akad.*, vol. 58°, a. 1868.

disegno, come le piante in un erbario. Anche nelle pitture murali di Pompei, sebbene chiaro si presenti ormai il senso della prospettiva, osserviamo notevole la tendenza ad evitare gli scorci. Gli antichi Italiani, al contrario, nella coscienza della loro perizia, spesso presentano scorci troppo forti e, talvolta, punto piacevoli, i quali esigono dall'occhio uno sforzo non piccolo.

§ 17.

È adunque fatto certo che la visione di corpi rigidi, con la distanza fissa fra i loro punti distinti, sia molto più facile dell'isolazione della profondità, che si riconosce sempre per mezzo di una analisi fatta con intenzione. Per questo possiamo attendere che, sovratutto dove mostra un mutamento spaziale una massa connessa di sensazioni, che si fonda ad unità, secondo i continui trapassi ed i caratteri comuni de' colori, tale mutamento particolarmente si mostri come movimento di un corpo rigido. Debbo però confessare che tale opinione mi soddisfa poco. Piuttosto io credo, che anche qui abbiamo, in fondo, una elementare abitudine dell'organo della vista, la quale non è intelligibile per la conscia esperienza individuale, ma che col contrasto facilita l'idea dei movimenti di corpi rigidi. Che se potessimo, ad esempio, ammettere, che ogni raccorciamento delle dimensioni traversali di una massa di sensazioni ottiche, cui si rivolga l'attenzione, tenda

a portare un corrispondente ingrandimento delle dimensioni di profondità e viceversa, tale processo sarebbe affatto analogo a quello di cui abbiamo più sopra parlato (pag. 243), e si potrebbe paragonare con quello della conservazione dell'energia. L'opinione accennata è determinata molto semplicemente, e basta parimente a spiegare il fatto. Si può anche facilmente imaginare, come possa essere acquistata una così elementare abitudine, come possa trovare sua esplicazione nell'organizzazione e come possa essere trasmessa la disposizione alla stessa.

Come riscontro al girare dei corpi rigidi, che ci presenta l'organo della vista, voglio qui far un'altra osservazione. Se si fa girare sulla tavola un uovo od un corpo elissoidale con una superficie eguale, sì che non giri intorno all'asse principale del corpo, ma presenti movimenti ondeggianti, guardando con ambedue gli occhi pare d'aver innanzi un corpo fluido, una grande goccia oscillante. Ancor più notevole è il fenomeno se un uovo, la cui maggior lunghezza è orizzontale, vien messo in giro con una velocità mediocre intorno all'asse verticale. Tale impressione tosto si perde se, sulla superficie dell'uovo, si segnano delle macchie e se ne segue il movimento. Allora si nota che il corpo rigido gira.

Se le spiegazioni date in questo capitolo si seguissero ancor più largamente e pienamente, io credo che le mie idee potrebbero eccitare lo studio esatto e profondo dei fenomeni citati.

CAPITOLO XI.

SENSAZIONE, MEMORIA ED ASSOCIAZIONE

§ 1.

Dopo le discussioni finora fatte, si può senza dubbio accettare: che le sensazioni sole non possono dare una vita psichica simile, anche lontanamente, alla nostra. Se la sensazione fosse dimenticata tosto che è scomparsa, potrebbe avvenire soltanto un disgregato mosaico ed un seguito di circostanze psichiche, come dobbiamo ammettere negli animali inferiori e negli idioti crassi. Una sensazione di tal genere, che non produce nessun forte stimolo di movimento, come, ad un dipresso, una sensazione di dolore, difficilmente viene osservata. La vista di un corpo sferico vivamente colorato, che non si può compiere nè col ricordo del gusto nè dell'odorato, per dirla in breve, della proprietà d'un frutto, non viene considerata, è senza interesse, come si osserva nel fatto della « cecità dell'anima ». Conservazione di ricordi,

connessione fra questi, il risvegliarsi reciproco fra di loro, memoria ed associazione sono le condizioni fondamentali della vita psichica già sviluppata.

§ 2.

Ma che cosa è adunque la *memoria?* Un fenomeno psichico lascia traccie psichiche, ma lascia anche traccie fisiche. Il bambino, che sia in qualche punto bruciato o sia stato punto da una vespa, anche fisicamente, si comporta affatto diversamente dal bambino che non abbia avuto a soffrire nulla di tutto questo. Quindi il fatto fisico ed il fatto psichico differiscono sovratutto soltanto secondo il punto di vista col quale vengono considerati. Tuttavia gli è ben difficile scoprire nei fenomeni fisici del mondo inorganico traccie, che siano analoghe alla memoria.

Nei fenomeni fisici del mondo inorganico tutto apparisce determinato da circostanze momentanee, ed il passato appare affatto senza alcuna influenza. Lo acceleramento di un corpo è dato da forze momentanee. Un pendolo oscilla egualmente, sia che esso compia la prima oscillazione, sia che ne abbia già compiute mille altre prima; *H* si combina con *Cl* nello stesso modo, sia che prima fosse combinato con *Br* o *J*. Certamente, anche nel campo della fisica si presentano de' casi ne' quali il passato manifesta chiaramente la propria influenza. La terra ci narra

la sua preistoria geologica; e parimente la luna. Io vidi in un pezzo di minerale scalfito un sistema di mirabili figure congruenti, che E. Suess interpretò, molto plausibilmente, come un sismogramma preistorico.

Un filo si ricorda, per così dire, per lungo tempo di ogni torsione, che ha sofferto. Ogni scintilla elettrica d'una tavola di Franklin è un fatto individuale ed è influenzata dalle precedenti scintille. Lo strato isolante in una bottiglia di Leida conserva quasi la storia delle cariche precedenti.

Il contrasto apparente perde quando, se noi consideriamo che, nella fisica, badiamo di idealizzare e schematizzare, per quanto è possibile, i fatti osservati e di presentare le più semplici circostanze. Se noi consideriamo un pendolo matematicamente, allora certamente la millesima oscillazione è come la prima; allora sì non v'ha alcuna traccia del passato, perchè noi ne facciamo astrazione; ma il pendolo reale logora il suo filo, si riscalda per attriti interni ed esterni, e nessuna oscillazione, giustamente considerata, somiglia all'altra. La seconda, la terza volta che si torce un filo, si produce qualche cosa di diverso dalle torsioni precedenti. Che se si potesse parimente schematizzare nella psicologia, gli uomini, che si comportano identicamente, dovrebbero sussistere in modo da non lasciar riconoscere alcuna influenza delle esperienze individuali.

In realtà ogni fenomeno, tanto fisico quanto psi-

chico, lascia traccie indelebili. In ambedue i campi si presentano processi non convertibili, se ora aumenta l'entropia od è provato il nodo di un'amicizia interrotta e di nuovo rinnovata. Ed ogni fenomeno reale contiene per lo meno componenti non convertibili.

§ 3.

Ma si dice, ed a ragione: traccie del passato non sono ancora memoria. Infatti, se maggiore fosse la somiglianza, i fenomeni già passati dovrebbero rinnovarsi ad un minimo eccitamento. Esempi già migliori sono gli antichi violini ben suonati, le imagini del Moser prodotte col fiato, il fonografo. Ma i violini ed il fonografo debbono essere spinti da forze esterne, mentre di per sè l'uomo eccita sè stesso e la sua memoria. Gli esseri organici non sono un sistema materiale rigido, ma, in realtà, forme dinamiche d'equilibrio di correnti di « materie » e di « energie ». Le forme di deviazione di questa corrente dalla condizione dinamica d'equilibrio, pertanto, sono quelle che sempre si rinnovano nello stesso modo quando si siano presentate una volta. La fisica inorganica ha, fino ad ora, poco studiate tali variazioni di forme d'equilibrio dinamico. Un esempio abbastanza all'ingrosso può dare il cambiamento nel corso dei fiumi per circostanze occasionali, che di poi manterranno que' corsi. Se si

chiude con la vite il cannello di un acquedotto in modo che ne esca fuori soltanto un filo d'acqua sottile e tranquillo, basta una leggiera scossa per turbare il suo labile equilibrio e determinare il suo scorrere permanentemente ritmico a goccia a goccia. Si faccia scorrere una lunga catena da un recipiente, in cui si trova avvoltolata, in un altro recipiente più basso di su una puleggia, a mo' di leva. Se la catena è molto lunga e la differenza di livello molto grande, la velocità ne è molto notevole e la catena mantiene molto chiaramente la proprietà di conservare, anche libera, nello spazio, ogni ripiegatura che vi sia stata fatta, e di scendere giù in questa forma. Tutti questi esempi sono analogie molto meschine con la plasticità dei corpi organici al rinnovarsi dei fenomeni e delle serie de' fenomeni.

Le osservazioni fin qui fatte possono dimostrare, che si potrà giungere a spiegare *fisicamente* la memoria, ma che per ora ne siamo ancor molto lontani. Senza dubbio, la fisica dovrà, per lo studio del mondo organico, allargare ancor notevolmente le sue vedute prima che possa giungere a questo problema. Certamente la *ricchezza* della memoria è fondata sulla reazione e sulla connessione degli organi. Soltanto una memoria rudimentale possiamo ascrivere agli organismi elementari. E quindi si può solo per questo pensare, che ogni fenomeno *chimico* lasci nell'organo traccie, le quali facilitano il rinnovarsi dello stesso fenomeno.

§ 4.

Ben si sa quale straordinaria importanza abbiano nella psicologia le leggi dell'associazione. Queste leggi si riducono, in fondo, ad un fatto unico, il quale consiste in ciò: che di due contenuti di conoscenza A, B, i quali, una volta siansi presentati insieme, quando uno si presenta, richiama tosto l'altro. La vita psichica, in fatto, riesce molto più intelligibile con la conoscenza di questo principio fondamentale, che sempre si ripete. Le differenze nel corso del pensiero, sia al semplice ricordo del passato, sia nelle più serie occupazioni d'ufficio o nelle libere fantasticherie, sia nel sognare anche, come dicesi, ad occhi aperti, facilmente si comprendono per le circostanze concomitanti. Sarebbe una stranezza voler ricondurre tutti (cfr. pag. 233 sg.) i fenomeni psichici ad associazioni acquisite durante la vita individuale. In nessuna fase la *psyche* ci si presenta come una *tabula rasa*. Almeno si dovrebbero ammettere, accanto alle associazioni acquisite, anche associazioni innate. Il biologo riporta a connessioni organiche innate, particolarmente de' nervi, gli impulsi innati (1), che alla psicologia introspettiva, in sè

(1) Nel modo più strano, perchè appunto si manifestano nel tempo del pieno sviluppo psichico e della possibilità

stessa determinata, potrebbero apparire come associazioni di tal genere.

Non converrebbe piuttosto ricercare se non tutte le associazioni (1), anche quelle acquisite individualmente, si richiamino a connessioni acquisite e specialmente raffermate dall'uso? Ad ogni modo, non si può anche domandare: se i fenomeni, per la cui connessione si presentano speciali indirizzi in organismi profondamente diversi, non siano piuttosto il fatto primario, già esistente negli organismi inferiori, il cui rinnovarsi porta alla formazione di quelli indirizzi? Certamente una psicologia razionale non può contentarsi delle associazioni temporanee. Essa deve considerare che vi sono anche attive vie di collegamento. Deve sussistere quindi la possibilità di processi psi-

---

d'osservazione, si presentano le prime manifestazioni delle funzioni sessuali. Un uomo, pienamente degno di fede e molto veridico, mi narrava, che egli aveva considerato come una malattia, sulla quale consultò un compagno, gli improvvisi e strani mutamenti corporei che in sè stesso aveva provato, con sbigottimento, quando egli, giovanotto di 16 anni, ancora ingenuo ed inesperto, osservò una signora scollacciata. Tutto il complesso delle sensazioni e dei sentimenti, affatto nuovi per lui, e che gli si presentavano per la prima volta, aveva specialmente una forte aggiunta di terrore.

(1) H. E. Ziegler, *Theoretisches zur Thierphysiologie und vergleichenden Neurophysiologie* (in *Biol. Centralblatt*, vol. XX, nº 1), Leipzig, 1900.

chici s p o n t a n e i, non presentantisi per causa di associazioni, i quali eccitino le parti circonvicine del sistema nervoso e si estendano con grande efficacia anche a tutto il sistema nervoso. Le allucinazioni da un canto, i movimenti riflessi dall'altro sono esempi di tali fenomeni nel campo sensoriale e motore, ai quali altri esempi analoghi possono corrispondere in altri campi.

§ 5.

Le idee sulle reazioni delle parti del sistema nervoso centrale sembrano esser soggette ad una notevole trasformazione, come dimostra il Loeb (1), fondandosi su' suoi lavori e su quelli del Goltz e dello Ewald. Laonde i tropismi degli animali in nulla essenzialmente differiscono da quelli delle piante, ed i nervi nel primo caso offrono soltanto il vantaggio di una più veloce conduttura dello stimolo. La vita del sistema nervoso è riportata a riflessi dei segmenti, la coordinazione dei movimenti a mutuo eccitamento ed al seguitare dello stimolo, gl'istinti a riflessi della catena. Ad esempio, nelle rane il moto riflesso del prendere eccita quello dell'inghiottire. Non sono ammessi centri complicatamente organizzati, ma il cervello stesso è considerato come una composizione di segmenti. Per quanto posso giudicare, in tutte queste

(1) Loeb, *Vergleichende Physiol. d. Gehirns*, Leipzig, '99.

opinioni si nota una notevole predilezione e tendenza a rimuovere ciò che non è necessario, specialmente le ipotesi della metafisica. Solo in questo non posso convenire col Loeb, che egli nelle ricerche filogenetiche di Darwin sull'istinto nota una difettosa unilateralità, che si dovrebbe abbandonare e supplire con ricerche fisico-chimiche. Siam ben lungi da Darwin. Giustamente egli si formò le libere concezioni e vedute per le sue grandi speciali scoperte, che niun fisico come tale avrebbe potuto fare. Noi tendiamo, per quanto è possibile, alle vedute fisiche, alla conoscenza della connessione immediata (« causale »). Però manca di molto ancora, perchè se ne possa usufruire pienamente. E se in tali casi altre vedute ricche, che si possono considerare, sia pure, come provvisorie, si presentano, sarebbe un'altra e molto grave unilateralità. La macchina a vapore, come dice il Loeb, può essere considerata soltanto fisicamente. E così ogni macchina a vapore! Ma ciò non basta più se si tratta di intendere le attuali forme della macchina a vapore. Tutta la storia della coltura tecnica e sociale, non meno dei fatti geologici, sono soggetti a tal fatto. Ognuno di questi momenti speciali si può bensì intendere fisicamente, ma ci si chiarisce molto tempo prima che ciò sia raggiunto (1).

(1) Loeb, op. cit., pag. 130.

§ 6.

Io mi imagino che se io stesso od un altro potesse osservare il mio cervello, mentre provo una sensazione, con tutti i mezzi fisici e chimici, si potrebbe constatare a quali fenomeni dell'organismo sono congiunte sensazioni di un determinato genere. Ed allora si potrebbe meglio risolvere, almeno per analogia, la questione, spesse volte messa in campo: quanto largamente domini nel mondo organico la sensazione; e se gli animali inferiori e le piante provino sensazioni. Nè di ciò si può parlare finchè non sia risolto tale problema, anche in un caso particolare. Talvolta si è mossa anche la questione: se la « materia » (inorganica) provi sensazioni. Che se si esce dai criteri fisici, comunemente seguiti, secondo i quali la materia è il *reale* dato *immediatamente* e senza *alcun dubbio*, e dal quale sorge tutto il mondo organico ed inorganico, la questione ha, naturalmente, ragione d'essere. La sensazione deve adunque in tale edificio o prodursi in qualche modo improvvisamente o sussistere, già da bel principio, per così dire, nelle fondamenta stesse. Secondo il *nostro* punto di vista, tale questione è un'assurdità. La materia non è per noi il primo dato. Questo, piuttosto, è determinato dagli *elementi*, che sono indicati come sensazioni in relazioni ormai riconosciute. Ogni problema scien-

tifico, che può aver un senso per un individuo umano, mira alla constatazione della dipendenza degli elementi fra di loro. Anche ciò che nella vita volgare chiamiamo *materia*, è una specie determinata di connessione di elementi. La questione riguardo alle sensazioni provate dalla materia dovrebbe essere così posta: un determinato genere di connessioni d'elementi (che in determinate relazioni sono sempre anche sensazioni) prova sensazioni? Ma nessuno vorrebbe porre la questione in tal modo (1). Tutto ciò che per noi può avere interesse, si deve sommettere allo svolgimento del problema generale. Riguardo alle sensazioni degli animali, domandiamo se il loro comportarsi, sensoriamente osservato, si possa capire per mezzo di quelle. Niun senso, nè pratico, nè scientifico, avrebbe la ricerca sulle sensazioni del cristallo, le quali non darebbero alcun maggior schiarimento sul comportarsi sensoriale di quello pienamente determinato.

(1) Cfr. *Letture scientifiche popolari*, cit., pag. 162 e seg., Torino, 1900.

CAPITOLO XII.

LA SENSAZIONE DI TEMPO (1)

§ 1.

Assai più difficile della ricerca sulla sensazione dello spazio è quella sulla sensazione del tempo. Alcune sensazioni si presentano chiaramente insieme con la sensazione dello spazio, altre senza; mentre la sensazione di tempo accompagna ogni altra sen-

(1) Il punto di vista, qui seguito, ben poco differisce da quello seguito nelle mie *Ricerche sulla percezione auricolare del tempo* (*Untersuchungen über den Zeitsinn des Ohres*), nei *Sitzb. der Wien. Akad.*, vol. 51°, a. 1865. Io non ripeterò qui le particolarità delle mie vecchie esperienze, iniziate fino dal 1860. Nè si può qui discutere il ricco materiale offerto dai lavori del Meumann, del Münsterberg, dello Schumann, del Nichols, del Hermann ed altri. Cfr. Scripture, *The new Psychology*, pag. 170, London, 1897.

sazione e da nessuna può essere affatto disgiunta. Ogni nostra ricerca, adunque, avrà per base la disamina delle variazioni della sensazione di tempo. Ora, alla difficoltà psicologica si unisce anche l'altra: che, cioè, i processi fisiologici, coi quali si collega la sensazione del tempo, sono ancor meno noti, e quindi più profondi ed occulti dei processi corrispondenti alle altre sensazioni. L'analisi si deve adunque limitare principalmente al lato psicologico, senza toccare il campo fisico, come ciò, almeno in parte, è possibile in altri campi di senso.

L'azione importante che l'ordinamento degli elementi nel tempo esercita nella nostra vita psichica, appena ha bisogno di una speciale dimostrazione. L'inversione dell'ordine nel tempo guasta un processo, ancor più del capovolgimento all'ingiù di una figura nello spazio. È per questo che le parole di un discorso, di una poesia vengono riprodotte nell'ordine concepito e non mai nell'ordine inverso, nel quale esse hanno, in generale, un senso affatto diverso, se pur non ne hanno affatto. Se si inverte l'ordine pronunciando a rovescio le sillabe, non si riconoscono più nemmeno le parti costitutive della parola in un discorso, come non si riconosce più tutto l'effetto acustico nel procedimento inverso in una sonata d'un fonografo. Soltanto ad un determinato procedimento del suono di una parola si collegano determinati ricordi, e soltanto quando questi si risvegliano in un determinato ordine, corrispondente alla serie

delle parole, si collegano in modo da presentare un senso determinato. Però anche una scala, una semplice melodia, sulla quale l'abitudine e l'associazione esercitano, in ogni modo, una parte ben poco importante, diviene irriconoscibile con l'inversione del tempo. L'ordine progressivo del tempo, anche nelle più elementari sensazioni, è connesso con l'imagine prodotta dai ricordi di quest'ultime.

Se si percepisce il tempo come sensazione, allora sembra meno strano che in una progressione, la quale procede nell'ordine *ABCDE*, un termine della medesima, ad esempio *C*, richiami soltanto il ricordo dei termini seguenti e non dei precedenti. Parimente, anche l'imagine presentata dal ricordo di un edificio non appare alla nostra mente col tetto rivolto dal basso in alto. Del resto, non par che sia lo stesso, se, dopo l'organo *A*, si muove l'organo *B*, oppure viceversa. Si potrebbe qui trattare d'un problema fisiologico, la cui soluzione dipende dalla conoscenza perfetta dei fatti psicologici fondamentali nello svolgimento di una serie di riproduzioni in un solo senso determinato (1).

(1) Forse gli elementi nervosi non solo partecipano di un continuo innato orientamento polare, come risulta dall'onda discendente nel budello e nella muscolatura del serpe, dai fenomeni galvano-tropici; ma essi sono forse capaci anche di una polarità temporanea acquisita, come si manifesta nella conservazione della successione del tempo

È ben possibile che questo fatto si connetta col fatto, che l'eccitazione si propaga secondo il punto spaziale in cui penetra nell'organismo, per vie del tutto diverse, appunto come avviene nei fenomeni fisici (v. pag. 131, e cfr. la fig. 12).

Ad un tono *C* segua un tono *D*. L'impressione è del tutto diversa da quella che si riceve se *C* segue *D*. La ragione di tal fatto in massima parte è riposta nei toni stessi, nelle loro correlazioni. Che se la pausa fra i due toni è abbastanza lunga, allora non si fa più in modo determinato distinzione fra i due casi. La medesima analogia può osservarsi in una serie di colori o, specialmente, in una serie di percezioni di qualsivoglia campo sensoriale. Ma se ad un tono *A* segue un colore od un odore *B*, si riconosce sempre che *B* è venuto dopo di *A*, nel qual caso la valutazione della pausa tra *A* e *B* non resta essenzialmente influenzata dalla loro qualità. Inoltre deve adunque aver luogo un processo che non resta affetto dalla variazione della qualità della sensazione, indipendente affatto dalla medesima, e secondo il quale valutiamo il tempo. Ben si può produrre una specie di ritmo di sensazioni affatto eterogenee: impressioni di toni, di colori, tattili, ecc.

---

nella memoria, nell'esercizio, ecc. Cfr. Loeb e Maxwell, *Zur Theorie des Galvanotropismus*, nell'*Archiv* del Pflüger, vol. 63°, pag. 121. Cfr. anche Loeb, *Vergleichende Gehirnphysiologie*, pagg. 108 e seg.

§ 2.

Non mi par cosa dubbia che esista una speciale sensazione specifica del tempo. Il ritmo eguale delle due battute, qui descritte,

risultante di una serie di toni affatto diversi, si riconosce subito. Questo non è un fatto dell'intelletto o della riflessione, bensì della sensazione. Come ci si possono presentare corpi diversamente colorati di eguale figura spaziale, così troviamo qui due figure di tono acusticamente di colore diverso e d'un'eguale figura di tempo. Come nell'un caso riconosciamo immediatamente le parti costitutive uguali della sensazione dello spazio, così osserviamo nell'altro le parti costitutive della sensazione del tempo, ossia l'uguaglianza del ritmo.

Sostengo, naturalmente, trattarsi dell'immediata sensazione del tempo, soltanto in rapporto a tempi brevi. I tempi lunghi li giudichiamo e valutiamo col ricordo dei processi avutisi nei medesimi e, per conseguenza, con la scomposizione in parti minori, delle quali abbiamo già ricevuto una immediata sensazione.

§ 3.

Se io sento un certo numero di colpi di campana, acusticamente affatto identici, distinguo il primo, il secondo, il terzo colpo, ecc. Ora, son forse i pensieri concomitanti, od altre eventuali sensazioni, quelle cui si collegano i colpi di campana e che ce li fanno distinguere? Io non credo che taluno voglia sostenere sul serio questa opinione. Quanto dubbia ed incerta dovrebbe essere in noi allora la misura del tempo! Che sarebbe se quei pensieri e quelle sensazioni eventuali venissero a mancare alla nostra memoria?

Mentre io rifletto a qualche cosa, suona l'orologio: io non vi pongo attenzione. Ma dopo che esso ha finito di batter l'ore, mi potrebbe interessare di sapere quanti furono i tocchi. Ed alla mia memoria si presentano chiaramente, uno, due, tre, quattro colpi e, mentre io rivolgo tutta la mia attenzione a tale ricordo, mi sfugge completamente in quell'istante quello cui ho pensato durante il battere dell'orologio. Il supposto elemento, cui si collegherebbero i colpi dell'orologio, viene ora a mancare. Come distinguo adunque il primo dal secondo colpo? Perchè non considero come un unico colpo tutti i colpi uguali? Appunto perchè ogni colpo va unito ad una speciale sensazione di tempo, che emerge simultaneamente ad esso. Parimente distinguo un'imagine di ricordo

da un prodotto della mia fantasia mediante una sensazione specifica del tempo, che non è quella del momento attuale.

§ 4.

Poichè si ha sempre la sensazione di tempo fin tanto che siamo coscienti, pare verisimile ch'essa si connetta col consumo organico, che va necessariamente congiunto con la conoscenza, ed è pure probabile che percepiamo come sensazione di tempo anche il lavoro dell'attenzione. Durante una viva attenzione il tempo ci par lungo, durante un leggiero affaticamento della mente esso è breve. Nello stato d'intorpidimento, quando appena percepiamo le cose che ne circondano, le ore volano. Quando la nostra attenzione è completamente esaurita, dormiamo. Nel sonno senza sogni ci manca anche la sensazione di tempo. Il giorno d'ieri si unisce a quel d'oggi solo per un legame intellettuale, quando fra i due giorni interceda un sonno profondo, fatta astrazione de' sentimenti comuni invariabili.

Già prima in altra occasione (1) ho accennato alla probabile diversità della misura del tempo in animali della stessa specie, ma di diversa grandezza. Anche con l'età pare che la misura del tempo vada cambiando. Quanto breve mi sembra ora il giorno in

(1) Mach, *Ricerche* cit., pag. 17.

confronto di quello che mi pareva quand'era giovane! E quando mi ricordo del battito dei secondi dell'orologio astronomico, che osservavo nella mia giovinezza mi pare ch'esso ora sia sensibilmente più celere. Io non posso sottrarmi all'impressione, che la mia unità di tempo fisiologica sia divenuta più grande.

L'affievolimento dell'organo della conoscenza procede, finchè siamo desti, continuamente, ed il lavorìo dell'attenzione cresce in egual modo costantemente. Le sensazioni, che si collegano ad un maggior lavorìo dell'attenzione, ci sembrano più tarde.

I fatti psichici, tanto normali quanto anormali, sembrano darci ragione. E da poi che l'attenzione non può contemporaneamente estendersi a due diversi organi del senso, le loro sensazioni non possono coincidere con un lavorìo d'attenzione assolutamente eguale. L'una, pertanto, si verifica più tardi dell'altra. Qualche cosa di analogo a questa così detta differenza personale degli astronomi si presenta per cause analoghe anche in uno stesso campo sensoriale. È noto che un'impressione ottica, la quale fisicamente nasce più tardi, in speciali circostanze può apparire più presto.

Avviene, per esempio, che il chirurgo, nel salasso, vegga prima spicciare il sangue e poi vegga il bisturì incidere (1). Dvorák (2), in una serie di espe-

(1) Cfr. Fechner, *Psychophysik,* volume II, pag. 433, Leipzig, 1860. — (2) Dvorak, *Ueber Analoga der per-*

rimenti, che eseguì alcuni anni fa, dimostrò, che questo rapporto si può arbitrariamente stabilire, apparendo l'obbietto fissato con attenzione (anche con un ritardo effettivo di $^1/_8$ a $^1/_6$ di secondo) prima di quello veduto indirettamente. Gli è ben possibile che la nota esperienza dei chirurghi trovi la sua spiegazione in questa circostanza. Il tempo, però, di cui ha bisogno l'attenzione per rivolgersi da un punto, dov'essa è diretta, ad un altro, si dimostra con la seguente esperienza (fig. 34) da me fatta (1):

Due quadrati, intensamente rossi, di 2 cm. di lato, ed 8 cm. distanti fra loro, su fondo nero, in piena oscurità

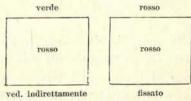



Fig. 34.

vengono illuminati da una scintilla elettrica, nascosta all'occhio. Il quadrato, veduto direttamente, appare rosso, quello veduto indirettamente verde, e spesso molto intensamente. L'attenzione ritardata ritrova il quadrato, veduto direttamente, già nello stadio della imagine positiva rimasta sulla retina dopo la sen-

---

sönlichen Differenz zwischen beiden Augen und den Netzhautstellen desselben Auges, nei *Sitzb. d. königl. böhm. Gesellschaft d. Wissenschaften* (*Math.-naturw. Classe*) dell'8 marzo 1872.

(1) Riferita dal DVORAK, l. cit.

sazione, e detta di Purkinje. Anche un tubo di Geissler, con due parti rilucenti di rosso, poste un po' lontane fra di loro, mostra, al passaggio di una sola scarica, lo stesso fenomeno (1). Per le particolarità rimando alla monografia del Dvorák (2). Uno speciale interesse hanno le esperienze del Dvorák sulla combinazione stereoscopica (binoculare) di impressioni non contemporanee. Nuove esperienze di tal genere sono state fatte dal Sanford (3) e dal Münsterberg (4).

§ 5.

Ho osservato ripetutamente un interessante fenomeno, che si riferisce alla mia tesi. Stavo tutto intento al lavoro nella mia stanza, mentre in una stanza attigua si facevano esperimenti sulle esplosioni. Regolarmente avveniva, che prima trasalivo dallo spavento e poi udivo lo scoppio.

Poichè nel sogno particolarmente l'attenzione è fiacca, in questo si verificano i più strani anacronismi; ed ognuno ha avuto certo di tali sogni. So-

(1) Anche il prof. G. Heymans, cui quest'ultimo esperimento da prima non riuscì, si convinse più tardi della esattezza di questa prova.

(2) Dvorak, op. cit., pag. 2.

(3) Sandford, in *Amer. Journ.-Psych.*, vol. 6°, pag. 576, a. 1894.

(4) Münsterberg, *Psych.-Rew.*, vol. 1°, pag. 56, a. 1894.

gniamo, per esempio, di un uomo che si slancia su di noi e spara; ci svegliamo improvvisamente e scorgiamo l'oggetto, che con la sua caduta ha prodotto tutto il sogno. Non è punto assurdo ritenere, che la eccitazione acustica segua in pari tempo diverse vie nervose, svegliando l'attenzione in ordine inverso; come appunto nell'esperienza surriferita prima osservai l'emozione generale e poi lo scoppio dell'esplosione. Certamente in alcuni casi basterà, per spiegare il fatto, congiungere insieme la percezione del senso con la forma del sogno già precedentemente esistente.

§ 6.

Se fosse immediatamente avvertito il consumo, o forse l'accumulo delle cause di affievolimento, allora sì dovremmo aspettarci un indietreggiare del tempo nel sogno. — Le stranezze del sogno ci inducono, quasi tutte, all'ipotesi, che talune sensazioni o rappresentazioni non vengano affatto a conoscenza, altre difficilmente e troppo tardi. La lentezza dell'associazione è un tratto fondamentale del sogno. — L'intelletto dorme spesso soltanto parzialmente. Nel sogno parliamo talora molto assennatamente con persone morte da lungo tempo, senza che ci ricordiamo della loro morte. Parlo ad un amico d'una terza persona, e quest'amico è la persona stessa di cui parlo. Nel sogno si fanno riflessioni sul sogno

stesso, lo si riconosce come tale per le sue stranezze, e, di nuovo, di queste parimente ci contentiamo. Una volta con molta vivacità sognai un mulino. L'acqua ne scorreva giù per un canale inclinato e per un altro canale simile, che stava accanto, di nuovo vi risaliva. E pur questo non mi faceva alcuna impressione. — Quando m'occupavo molto delle questioni sullo spazio, sognai una volta di fare una passeggiata nel bosco. Ad un tratto osservai la difettosa disposizione prospettica degli alberi e riconobbi che il mio era un sogno: e ben tosto subentrava la giusta disposizione, che prima mancava. — Sognando, mi parve vedere nel mio laboratorio un bicchiere a calice, ripieno d'acqua, nel quale ardeva tranquillamente una candela. « Donde riceve l'ossigeno?, pensavo. — « Quello che è assorbito nell'acqua ». — « Dove penetra il gas della combustione? ». — Dalla fiamma venivan su bollicine nell'acqua, ed io era appagato. — Guglielmo Robert (1) fa una notevole osservazione a questo proposito: che si tratta principalmente di percezioni e di pensieri che non poterono compiersi durante il giorno per una interruzione qualsiasi e che continuano a svolgersi nel sogno. Infatti si trovano spesso gli elementi del sogno negli eventi dei giorni precedenti. Così potei ricondurre il sogno del lume nell'acqua, quasi con sicurezza, ad un esperimento fatto in una conferenza

(1) G. Robert, *Ueber den Traum,* Hamburg, 1886.

sulla luce elettrica del carbone sott'acqua; quello del mulino all'esperienze con l'apparecchio indicato nella fig. 18, pag. 175 (1). Nei miei sogni hanno la massima parte le allucinazioni della vista. Più raramente ho sogni acustici. Sento tuttavia nel sogno chiaramente conversazioni, suoni di campane, musica, ecc. (2). Ciascun senso, anche il palato, sebbene più raramente, si fa sentire nel sogno. Poichè l'eccitabilità di riflessione è di molto aumentata, mentre la conoscenza, a motivo della lentezza delle associazioni, è di molto indebolita, così chi sogna è capace quasi di ogni delitto, che, nello stato di veglia, gli cagionerebbe i più gravi dolori. Chi soggiace a tali fatti, ben potrà dubitare se il metodo della nostra giustizia sia corretto nel porre rimedio ad una sventura con un'altra sventura, che vi s'aggiunge in modo provocantemente riflessivo, crudele, solenne. Non vorrei lasciar sfuggire l'occasione di raccomandare al lettore l'eccellente libro della M. de Manacéïne (3). Quello che fu detto sull'insufficienza dell'associazione temporale a spiegare la vita psichica a pagg. 233 sg., 276 e seguenti, vale anche per il sogno. Si aggiunga, che nel sogno possono affermarsi le traccie di cose, che

---

(1) MACH, *Principî della teoria del calorico* (*Principien citati*), pag. 444, 2ª ed., 1900.

(2) WALLASCHEK, *Das musikalische Gedächtniss*, nella *Vierteljahrschr. f. Musikwissensch*, pag. 204, a. 1882.

(3) SLEEP, *Ist Physiology*, ecc., London, 1897.

la coscienza desta ha da lungo tempo dimenticate; i più piccoli disturbi della salute e della vita dell'anima, che, pel rumore del giorno, non si avvertono.

Du Prel, nella sua *Philosophie der Mystick,* 1885, pagg. v, 125, paragona questo fatto, poeticamente sì, ma con tutta verità al tempo stesso, col cielo, che si vien presentando a poco a poco stellato alla debole luce dopo il tramonto del sole. Questo libro contiene, in generale, delle osservazioni notevoli, profonde. Anche il naturalista, il cui senso critico è rivolto sopra tutto a ciò che offre materia di investigazioni, lo legge con piacere e con profitto, senza lasciarsi fuorviare dalla propensione che l'autore ha per ciò che è strano, meraviglioso, straordinario.

§ 7.

Se la sensazione del tempo si collega col consumo organico crescente, ovvero col lavorìo dell'attenzione in egual modo costantemente crescente, ben si comprende perchè il tempo fisiologico, appunto come il fisico, non è invertibile, ma soltanto decorra in un solo senso. Il consumo ed il lavorìo dell'attenzione, durante lo stato di veglia, può soltanto crescere e non diminuire. Le due battute, qui trascritte e che offrono all'occhio e alla mente una simmetria, non mostrano

nulla di simile in rapporto alla sensazione del tempo. Nel campo del ritmo e del tempo sovra tutto non esiste simmetria.

§ 8.

Potrebbe essere un'idea approssimativa e naturale, sebbene imperfetta, il supporre l'organo della conoscenza capace in minimo grado di tutte le energie specifiche, delle quali ciascun organo del senso è in grado di produrre soltanto alcune. Da ciò l'oscurità e la transitorietà della rappresentazione rispetto alla sensazione, dalla quale essa rappresentazione riceve vita e nutrimento. Da ciò l'attitudine dell'organo della conoscenza di servire come di ponte di congiunzione fra tutte le sensazioni e le reminiscenze. Congiunta con ciascuna energia specifica dell'organo della conoscenza, potremmo ammettere ancora una speciale energia, la sensazione di tempo. Se potesse parere che quest'ultima fosse fisiologicamente senza determinato officio o solo pensata *ad hoc*, le si potrebbe tosto assegnare un'importante funzione fisiologica. Che sarebbe se questa energia mantenesse la corrente del sangue che nutre le parti attive del cervello, la indirizzasse alla sua destinazione e la regolasse? L'idea, che ci formiamo dell'attenzione e della sensazione del tempo, verrebbe a riceverne una base assai materiale. Si comprende-

rebbe, che esiste soltanto un tempo di connessione, da poi che l'attenzione parziale su di un senso deriva sempre solamente dall'attenzione complessiva, e da questa è determinata.

I lavori pletismografici del Mosso, come le sue osservazioni sulla circolazione del sangue nel cervello (1), avvalorano un tale concetto. James (2) si esprime su questa ipotesi, seguendo, cautamente, la medesima opinione. Una forma più determinata e precisa di tale ipotesi, e che James indica più desiderabile, non potrei certo indicarla.

§ 9.

Se poniamo mente ad un certo numero di eguali colpi di campana, possiamo, finchè questi sono pochi, distinguere, ricordandolo, ciascun colpo dagli altri e possiamo contarli nella memoria. Ma se i colpi di campana sono molti, distinguiamo gli ultimi, ma non i primi. Ora, se vogliamo in questo caso sottrarci all'errore, dobbiamo contarli subito mentre risuonano, cioè collegare insieme ciascun colpo con

(1) Mosso, *Circolazione del sangue nel cervello* (traduzione tedesca, Lipsia, 1881). Cfr. anche Kornfeld, *Ueber die Beziehung von Athmung und Kreislauf zur geistigen Arbeit*, Brünn, 1869.

(2) James, *Psychology*, I, pag. 635.

un distintivo d'ordine qualunque che più talenta. Il fenomeno è del tutto analogo a quello che si osserva nel campo della sensazione dello spazio e si potrà spiegare secondo il medesimo principio. Procedendo avanti, si prova la sensazione che ci allontaniamo dal punto di partenza, ma la misura *fisiologica* di tale allontamento non è *proporzionale* a quella geometrica. Così prospetticamente si accorcia anche il tempo fisiologico decorso ed i suoi elementi divengono meno distinguibili (1).

§ 10.

Se esiste una particolare percezione del tempo, va da sè che si riconosca immediatamente l'identità di due ritmi. — Non possiamo però lasciare inosservato, che il medesimo ritmo *fisico* può sembrare fisiologicamente assai diverso; appunto come alla medesima forma fisica di spazio, secondo la loro posizione, possono corrispondere diverse forme fisiologiche dello spazio. Il ritmo che si ha con le seguenti note:

1 2 3

appare, per esempio, completamente d'accordo, secondo che si osservano le linee corte e grosse, o le

(1) Cfr. pag. 165.

lunghe sottili, o le verticali punteggiate. Ciò ha connessione, probabilmente, col fatto, che l'attenzione, guidata dall'accento musicale, si *ferma* su 1 o 2 o 3 cioè, che le sensazioni del tempo, corrispondenti alle battute conseguentisi, vengono *paragonate* con diverse sensazioni iniziali.

Dall'allungamento o dall'abbreviamento di tutti i tempi di un ritmo, nasce un ritmo simile. Questo può essere *sentito* come tale soltanto quando l'allungamento o l'abbreviamento non oltrepassi una certa misura, la quale va precisamente congiunta con la *immediata* percezione del tempo.

Il ritmo segnato qui sotto appare fisiologicamente *simile* al precedente, ma allora quando in entrambi vengano notate le linee segnate ugualmente, per conseguenza quando l'attenzione si ferma su punti di tempo analoghi.

1 2 3

Due forme fisiche del tempo possono essere indicate come *simili*, quando tutte le parti dell'*una* stanno fra di loro nel *medesimo* rapporto in cui stanno le parti omologhe dell'*altra*. La somiglianza fisiologica si presenta invece solo quando si avvera la suddetta condizione. Del resto, per quanto io posso giudicare, i rapporti del tempo di due ritmi si riconoscono come *eguali* nel caso in cui essi siano rappresentati da piccolissimi numeri interi. Si os-

serva adunque immediatamente solo l'uguaglianza o disuglianza di due tempi, ed in quest'ultimo caso il rapporto si riconosce soltanto per ciò che una parte semplicemente spicca sull'altra. Così si spiega perchè, nel dare la battuta, il tempo vien diviso in parti perfettamente uguali (1). Almeno con ciò si concilia l'ipotesi, che la sensazione del tempo sta in stretto rapporto con processi ripetentisi periodicamente o ritmicamente. Riesce però difficile provare (come qualche volta si tenta di fare) che la misura generale del tempo abbia per base la respirazione od il polso.

Anche il dott. R. Wlassak mi ha fatta, conversando, la seguente osservazione, che voglio ripetere con le sue stesse parole:

« Con la ipotesi, che la sensazione di tempo dipenda dal consumo organico, si è in armonia col fatto che i valori del tempo si elevano sovratutto quando le sensazioni si collegano con una viva accentuazione del sentimento. Ciò vale per gli spazî del tempo provati tanto per le sensazioni allegre, quanto per quelle tristi. Al contrario, le sensazioni che si hanno con valori indifferenti per l'accentuazione del sentimento, stanno collegate con sensazioni di tempo relativamente oscure. Questi fatti dimostrano che il

(1) La somiglianza delle forme dello spazio verrebbe quindi avvertita molto più immediatamente che la somiglianza dei ritmi.

processo nervoso, riferentesi alle sensazioni del tempo ed ai sentimenti, offre sicure analogie ».

« Infatti, tutti i tentativi di una teoria fisiologica dei sentimenti mettono quest'ultimi in rapporto col consumo: ad esempio, quella del Meynert ed anche la *Teoria dei sentimenti* dell'Avenarius ».

CAPITOLO XIII.

LE SENSAZIONI DI SUONO [1]

§ 1.

Anche riguardo alle sensazioni di suono dobbiamo a preferenza limitarci all'analisi psicologica; nè potremo accennare se non il principio d'una ricerca.

---

(1) Il punto capitale, qui ammesso, fu già da me ammesso 35 anni fa, tolta la dichiarazione dei dettagli. Lo STUMPF (*Tonpsychologie*, vol. I, Leipzig, 1883), che io qui debbo ringraziare per la considerazione in cui mostra frequentemente di tenere i miei lavori, dà alcune particolarità, che accetto volentieri. L'idea sua, esposta a pagina 119, mi pare però che sia incompatibile col principio di ricerca da me ammesso, il principio del parallelismo. Di molto s'accosta alla mia opinione l'osservazione che egli fa contro il Lipps (in *Beiträge zur Akustik*, vol. I, pag. 47 *n.*). Cfr. la mia nota: *Sull'analisi delle sensazioni di suono* (*Zur Analyse der Tonempfindungen*), nei *Sitzb. d. Wien. Akad.*, vol. 92°, parte II, pag. 1282, anno 1895.

Alle sensazioni di suono più importanti per noi appartengono quelle che sono eccitate dall'organo vocale dell'uomo, come espressione di piacere o di dolore, per la comunicazione dei pensieri, l'estrinsecazione del volere, ecc. L'organo vocale e quello dell'udito si trovano senza dubbio in stretto rapporto. Le sensazioni di suono manifestano nella musica, nel modo più semplice e più chiaro, le loro meravigliose proprietà. Volere, sentimento, estrinsecazione di suono, sensazioni di suono stanno certamente in strettissima connessione fisiologica. Ed è in buona parte vero quel che dice lo Schopenhauer (1), che la musica rappresenta il volere, dacchè la musica è indicata come la voce del sentimento, sebbene non sia vero in tutto e per tutto.

§ 2.

H. Berg (2), per dirla in breve, ha tentato, seguendo l'esempio dato da Darwin, di segnare la musica dalle grida d'amore delle scimmie. Bisognerebbe esser ciechi per disconoscere il merito delle opinioni del Darwin e del Berg. Ancor oggi la musica può toccare le corde dell'amor sessuale ed ancor oggi è

(1) SCHOPENHAUER, *Die Welt als Wille und Vorstellung* (trad. ital. di O. CHILESOTTI, Milano, Dumolard, '88).

(2) H. BERG, *Die Lust and der Musik*, Berlin, 1879.

adoperata per risvegliare l'amore. Ma il Berg non dà soluzione soddisfacente della questione: donde derivi il piacere della musica. E poichè il Berg, quanto alla musica, s'attiene al principio del Helmholtz, cioè l'evitare i battimenti, ed ammette che ne abbiano la preferenza i maschi che urlano meno sgradevolmente, può forse recar meraviglia che i più scaltri di questi animali non tacciano punto più volentieri.

Che se talvolta si scopre la relazione fra un fenomeno biologico ed il fatto della conservazione della specie e la si segue filogeneticamente, abbiam già fatto di molto. Ma con ciò non si può credere che siano risolti anche tutti i problemi, riferentisi a tale fenomeno. Niuno vorrà spiegare il piacere della sensazione specifica della voluttà sensuale col fatto che ne riconosce la relazione con l'istinto della conservazione della specie. È molto più probabile, invece, che la specie si sia conservata, perchè piacevole è la sensazione della voluttà sensuale. Che se la musica dovesse ricordare nel nostro organismo lo stimolo d'amore dei progenitori, se essa fu usata per tale eccitamento, essa avrebbe dovuto conservare già un positivo piacere, che, presentemente, può essere di certo rafforzato per quel ricordo. Ad esempio, se l'odore di un lume ad olio, che si sta spegnendo, mi ricorda con piacere ogni volta la lanterna magica, che io da fanciullo ammirava, questo deriva in simil caso dalla vita individuale. Per questo il

lume in sè non puzza meno sgradevolmente. Chi poi al profumo di rose si ricorda di un fatto piacevole, non crede per questo che il profumo di rose non fosse anche prima soave. Esso è solo ingrandito per per l'associazione (1). Ora, se la suddetta opinione non può sufficientemente spiegare il piacere che deriva dalla musica, ancor meno può contribuire a spiegare speciali questioni: ad esempio, perchè in qualche caso si preferisca una quarta ad una quinta.

§ 3.

Si considererebbero sovratutto alquanto unilateralmente le sensazioni di suono, se si volesse considerare soltanto il campo della lingua e della musica. Le sensazioni di suono non servono solo per comunicare, per esprimere il piacere od il dolore, per distinguere le voci di uomini, donne e bambini: esse non danno soltanto i contrassegni delle tendenze, delle passioni di chi parla o grida; ma noi, per mezzo di tali sensazioni, distinguiamo altresì i corpi che risuonano, grandi e piccoli, il passo degli animali secondo la loro grandezza. Certamente, i suoni più acuti, che l'organo vocale umano non produce di per sè, sono molto importanti per segnare la direzione

(1) Fechner, specialmente, s'è dato a spiegare l'associazione per l'estetica.

del luogo donde proviene il suono (1). Quest'ultime funzioni delle sensazioni di suono sono verosimilmente più antiche nel mondo animale di quelle che hanno loro esplicazione nella vita socievole degli animali. Come ci si può convincere inclinando innanzi all'orecchio un foglio di carta, soltanto quei rumori che hanno un tono molto alto, come il sibilo, il fischio di una fiamma a gas, d'una caldaia a vapore, o d'una cascata, modificati secondo la posizione del foglio di carta, durante i suoni profondi possono rimanere affatto indipendenti. Ambedue le conche dell'orecchio possono essere usate per la loro influenza ai toni alti come indicatori della direzione (2).

§ 4.

Ben volentieri ognuno riconoscerà il reale progresso, rispetto all'analisi delle sensazioni auditive,

---

(1) MACH, *Osservazioni sulle funzioni delle conche dell'orecchio* (nell'*Archiv f. Ohrenheilkunde* del TRÖLTSCH, nª sᵉ, vol. 3º, pag. 72). Cfr. anche MACH e FISCHER, *Die reflexion und Brechung des Schalles,* in *Pogg. Ann.,* vol. 149º, pagina 321; A. STEINHAUSER, *Theorie des binaurealen Hörens,* Wien, 1877.

(2) Ebbi occasione di osservare che un criceto addomesticato, mentre era affatto insensibile a rumori profondi e larghi, improvvisamente si sbigottiva e si rifugiava con

apportato dal Helmholtz (1) in seguito agl'importanti lavori precedenti (2) del Sauveur, del Rameau, di R. Smith, del Young, dell'Ohm, ecc. Con Helmholtz riconosciamo che un rumore è una combinazione di toni, il cui numero di oscillazioni, la cui altezza, intensità variano col tempo. Nel suono noi sentiamo col tono fondamentale n in generale ancora gl'ipertoni o i toni parziali $2n$, $3n$, $4n$, ecc., di cui ciascuno corrisponde a semplici oscillazioni pendolari. Siano due suoni, ai cui toni fondamentali corrispondano n, m oscillazioni, legati melodicamente ed armonicamente: succederà allora, in determinate relazioni di n e m (3), una parziale coincidenza di toni parziali; perciò nel primo caso sarà notevole l'affinità dei suoni, nel secondo una diminuzione dei battimenti. Però tutto questo non è da respingere, anche se non è riconosciuto come completo.

---

impeto nel suo nascondiglio ogni qualvolta si faceva un rumore acuto, sfregando della paglia o gualcendo delle carte. Anche bambini, già d'alcuni mesi, sono suscettibili a tali rumori.

(1) HELMHOLTZ, *Die Lehre von den Tonempfingen*, 1ª ed., Braunswig, 1863.

(2) Cfr. la mia nota: *Per la storia dell'acustica* (*Zur Geschichte der Akustik*), in *Popularwissenschaftliche Vorlesungen*, 2ª ed., pag. 48, 1897, ed anche pagg. 28 e seg. della trad. ital. cit.

(3) Il tono parziale p^{te} di n coincide con quello q^{te} di m, e se $pn = \frac{p}{t} n$. Quindi p, q sono numeri interi.

Parimente, lo si può mantenere contro la teoria fisiologica dell'udito, data dal Helmholtz. Però è quanto mai verosimile, per le osservazioni che si presentano nella consonanza dei toni semplici, che alle serie di gruppi di vibrazioni corrisponda una serie di organi finali nervosi, così che per i varî aggruppamenti di vibrazioni esistano varî organi finali, ognun dei quali corrisponde soltanto a pochi gruppi di vibrazioni fra loro vicini, mentre le idee fisiche del Helmholtz sulle funzioni del labirinto si presentano come insostenibili; su di che ancor ritorneremo.

§ 5.

Ricercare per i rumori uno speciale organo di udito a chiunque ammetta, pur col Helmholtz, che tutti i rumori si esplicano in sensazioni di suono, più o meno persistenti, appare anco provvisoriamente inutile. Da questa inconseguenza il Helmholtz tosto si rimise di nuovo. Già molto tempo prima (inverno del 1872-73) mi era occupato della questione delle relazioni del rumore (specialmente dello scoppio) col suono, e avevo trovato che fra di loro si presentano tutti i passaggi. Un suono di 128 vibrazioni intere, che si sente per un piccolo taglio d'una grande ruota che da lungo tempo va girando, scema fino ad essere un breve colpo secco (o debole scoppio) con altezza non bene determinata, se la sua durata si riduce

a due o tre vibrazioni. D'altra parte si osserva che ad uno scoppio, anche se esso deriva da un movimento non periodico dell'aria (onde di scintille, vescica esplodente di gas ossidrico), con sufficiente attenzione, corrisponde una certa altezza di tono, sebbene non sia molto determinata. Facilmente ancora si può provare che in un pianoforte, senza sordine, per un forte scoppio di gas sono di preferenza eccitate a vibrare insieme le corde dei toni bassi, per uno scoppio piccolo quelle dei toni alti. Onde mi par chiaro che lo stesso organo possa dare la sensazione di suono e di rumore.

Si è ammesso: che i movimenti aperiodici dell'aria, di corta durata, eccitino tutti gli organi finali, ma preferibilmente i più piccoli, facilmente eccitabili; quelli più forti e più a lungo persistenti, anche gli organi finali più grossi e gravi, i quali si notano per la loro stretta tensione, che va cessando più lentamente; e, parimente, che nelle rispettive oscillazioni delle particelle d'aria deboli e periodiche l'eccitazione si presenti, per l'accumulamento degli effetti, in un determinato membro della serie e degli organi finali (1). La sensazione, che è ecci-

(1) Di una parte delle mie prove, che si connettono agli esperimenti del Dvorák sulle imagini dei mutamenti di stimolo, ho già fatto parola nel *Lotos* (numero d'agosto del 1873). Però non ho mai fatto parola particolarmente di prove riguardo all'eccitamento dei suoni di pianoforte per

tata da uno scoppio forte o debole, è qualitativamente quella stessa, soltanto più intensiva e di breve durata, che quella eccitata dal battere di un gran numero di tasti vicini di pianoforte in tono acuto o profondo. I battimenti connessi con l'eccitamento periodico intermittente sono soppressi anche se l'eccitazione è prodotta da un solo colpo.

§ 6.

Il lavoro del Helmholtz, che alla sua pubblicazione eccitò l'universale meraviglia, dovette, negli ultimi tempi, sostenere i molteplici attacchi della critica; ed appar chiaro che la stima eccessiva, che ebbe al suo primo apparire, va cedendo posto al contrario. Fisici, fisiologi e psicologi per ben quattro decenni vennero rivedendo i tre aspetti, che tale teoria presenta, e sarebbe stata meraviglia se essi non vi avessero scoperto i lati manchevoli. Senza pretendere di essere perfetti, noi vogliamo ora porre sott'occhio i resultati fondamentali, cui è giunta la critica, prima quelli ottenuti da fisici e fisiologi, quindi quelli de' psicologi.

---

mezzo di esplosioni. Non sarà inutile forse farlo qui. — Le stesse questioni largamente hanno trattato di recente, e partendo da varî punti di vista, il Pfaundler, S. Exner, Auerbach, Brücke, W. Kolrausch, Abraham e Brühl ed altri.

Helmholtz, seguendo criteri psicologici e fisici, ammette che l'orecchio interno consti di un sistema di risonatori, il quale fa risonare, come toni parziali, i membri della serie del Fourier, la quale corrisponde alle forme d'oscillazione date. Secondo questa tesi, anche le relazioni delle fasi delle oscillazioni parziali niun influsso esercitano sulle sensazioni. Di rincontro il König (1), sommamente benemerito dell'acustica, tentò di dimostrare che l'impressione sensoriale (il *colore del suono*) varia soltanto per il variare delle fasi delle oscillazioni pendolari parziali. Ma L. Hermann (2) potè dimostrare, che l'inversione del movimento nei fonografi non porta alcuna variazione nel colore del suono. Secondo L. Hermann, anche i singoli meati sinuosi della sirena ondulata del König non danno suoni semplici, e le conclusioni del König si fondano adunque su un'ipotesi non esatta (3). Tale difficoltà si può per ciò considerare come rimossa.

---

(1) R. König, *Quelques expériences de acoustique,* Paris, a. 1882.

(2) L. Hermann, *Zur Lehre von der Klangwahrnehmung,* nell'*Archiv* del Pflüger, vol. 56°, pag. 467, a. 1894.

(3) Già dal 1867 ho fatto l'esperimento con una sirena speciale, che era molto simile ad uno degli apparecchi del König. Gli anelli dell'involucro di un cilindro portavano tagli sinusoidi a coppie egualmente fra loro differibili, sì che l'intensità e la fase dei relativi suoni parziali potevano modificarsi arbitrariamente indeterminatamente. Da

Non così facilmente si possono spiegare i fenomeni dei toni di combinazione secondo il punto di vista del Helmholtz. Young ammise, che anche battimenti abbastanza rapidi siano percepibili come suoni, cioè toni di combinazione. Ma dacchè nessun risonatore può essere eccitato da battimenti, al cui tempo sia ordinato, ma soltanto da suoni, ne viene che tali suoni di combinazione non si potrebbero percepire secondo la teoria della risonanza. Helmholtz, pertanto, ammise che i suoni di combinazione possono essere spiegati od obbiettivamente per mezzo di suoni forti, secondo la deviazione dalla linearità dei movimenti uguali, o subbiettivamente per le condizioni delle oscillazioni asimmetriche o punto lineari delle parti risonanti dell'orecchio interno. Ora il König (1)

---

queste prove apparve che i tagli sinusoidi non danno alcun suono semplice, se si soffia verso di questi per una delle fenditure parallele alle ordinate sinuose. Siccome il mio apparecchio era imperfetto e fatto con lo scopo di comporre un suono con suoni parziali di una determinata intensità e fase, nè, secondo quanto abbiam detto, diede resultati soddisfacenti, nulla pubblicai su tali prove.

(1) König, op. cit. Secondo la descrizione del König, che adoperò diapason molto forti, avrei dovuto pensare che avessero molteplice parte gli ispettori per i battimenti da lui osservati. Lo Stumpf ha realmente dimostrato ora la cooperazione di tali ipertoni (*Annalen* del Weidemann, n^a s^e, vol. 57°, pag. 660). Per questo riguardo è adunque sicura la teoria del Helmholtz. Ma è credibile

non potè dimostrare l'esistenza di suoni di combinazione obbiettivi; invece trovò anche fra suoni molto distanti fra loro de' battimenti che ogni volta sono percepibili, come suoni particolari, in successioni abbastanza rapide. Hermann (1) intese i suoni di combinazione con suoni così debolmente connessi, che i primi, obbiettivi affatto secondo la teoria del Helmholtz, appariscono affatto inesplicabili come subbiettivi. Quindi, anche secondo l'opinione del Hermann, che in questo s'accosta a quella del König, l'orecchio reagisce non solo ad oscillazioni sinusoidi, ma ad ogni genere di periodicità con una sensazione determinata dalla durata del periodo.

La teoria fisica della risonanza apparisce, almeno nella sua forma originaria, inaccettabile; ma Hermann (2) credette di poterla sostituire con una teoria fisiologica della risonanza. Di questa e della nuova teoria fisica dell'udito del Ewald noi torneremo ancora a parlare.

---

che non esistano suoni di combinazione obbiettivi (König, Hermann), e che esistano quelli subbiettivi, in date circostanze, ma che non sono compatibili con la teoria del Helmholtz (Hermann). Cfr. anche M. Meyer, *Zur Theorie der Differenztöne und der Gehörsempfindungen überhaupt.* (nella *Ztschr. f. Psychologie,* vol. 16°, pag. 1).

(1) Hermann, *Zur Theorie der Combinationstöne,* nell'*Archiv* del Pflüger, vol. 49°, pag. 499 (1891).

(2) Idem, nell'*Archiv* cit., vol. 56°, pag. 493.

§ 7.

Consideriamo frattanto le obiezioni che procedono particolarmente dai criteri psicologici. Abbastanza, in generale, si sente la mancanza di un momento positivo nella spiegazione della consonanza, non volendoci appagare che la semplice mancanza di battimenti possa ritenersi come sufficiente contrassegno dell'armonia. Anche A. v. Oettingen (1) si lamenta che manchi l'idea d'un elemento (pag. 30) positivo caratteristico per ogni intervallo e non ammette, che il valore di un intervallo dipenda dalla eventualità fisica della capacità de' suoni agli ipertoni. Egli crede, che l'elemento positivo (pagg. 40, 47) sia nel ricordo di un comune tono fondamentale (la tonica) e che come suoi toni parziali spesso si presentino i suoni dell'intervallo; o nel ricordo di un comune ipertono (la tonica), che li comprenda ambedue. Quanto alla parte negativa della sua critica m'accordo pienamente col v. Oettingen. Però il « ricordo » non toglie punto il bisogno della teoria, dacchè la consonanza e la dissonanza non sono fatti della rappresentazione, ma della sensazione. Pertanto io affermo, che fisiologicamente la teoria del

(1) A. v. Oettingen, *Harmoniesystem in dualer Entwicklung*, Dorpat, 1866.

v. Oettingen è insufficiente. Però parmi, che importanti e positivi meriti si trovino nel principio della dualità (affinità tonica e fonica de' suoni), ammesso dal v. Oettingen, come pure nella sua teoria della dissonanza come un suono (pag. 244) di più valori (1).

§ 8.

In varî scritti, con molta profondità, lo Stumpf (2) ha criticata la teoria del Helmholtz. Anzitutto egli s'oppone alle due diverse definizioni che Helmholtz dà della consonanza, cioè della mancanza dei battimenti e della coincidenza dei toni parziali. La prima non sarebbe applicabile, nè caratterizzata nella suc-

---

(1) Una dimostrazione popolare del principio di dualità, che hanno presentito già EULERO (*Tentamen novæ theoriæ musicæ*, pag. 103), D'ALEMBERT (*Eléments de musique*, Lyon, 1766) ed HAUPTMANN (*Die Natur der Harmonik und Metrik*, Leipzig, 1853), si trova già nei miei scrittarelli: *Le forme dei liquidi* (*Die Gestalten der Flüssigkeit*) e *La simmetria* (*Die Symmetrie*), Prag, 1872 (nelle *Letture scientifiche popolari*, trad. cit., pagg. 1 sgg. e 77 sgg., Torino, Bocca, 1900). Nel campo della musica, dacchè le sensazioni di suono non rappresentano alcun sistema simmetrico, non si può naturalmente pensare ad una perfetta simmetria come nel campo della vista.

(2) Ci atteniamo qui sopra tutto allo STUMPF, *Beiträge zur Akustik und Musikwissenschaft*, fasc. 1°, Leipzig, '98.

cessione melodica, l'ultima nella connessione armonica. Un semplice tritono intermittente, secondo la specie dei battimenti, non dà alcuna dissonanza. D'altra parte, vi sono esempi di accordo di toni molto diversi, ne' quali sono impercettibili i battimenti e che tuttavia discordano gravemente. Se si pongono ad ambedue gli orecchi due diapason, si presentano ad ogni modo i battimenti senza che sia minore la differenza fra consonanza e dissonanza. Anche suoni, percepiti subbiettivamente, come un tintinnìo dell'orecchio, si possono percepire come dissonanze, senza sentire, naturalmente, de' battimenti. Infine si mostrano come consonanti o dissonanti i suoni semplicemente imaginati, senza che per questo la rappresentazione dei battimenti abbia una parte essenziale. La coincidenza dei toni parziali, infine, manca dove non siano ipertoni, senza che sparisca la differenza fra dissonanza e consonanza. Vogliamo far astrazione dalle osservazioni dello Stumpf contro la spiegazione della consonanza per la numerazione incosciente, la quale troverà sempre minor numero di sostenitori. Parimente, si ammette di buon grado che il diletto non è alcuna proprietà abbastanza caratteristica della consonanza. Questa in certe circostanze può spettare non meno alla dissonanza.

Lo Stumpf stesso trova la caratteristica della consonanza in questo: che l'accordo di due suoni or più or meno s'accosta all'impressione di un solo suono. Egli definisce la consonanza per « fusione » *(Ver-*

schmelzung). Egli risale, per così dire, alle antiche opinioni, delle quali fa minutamente la storia (1). Anche al Helmholtz non è estranea tale idea: egli la discute, ma certamente crede di essere il primo a dare la vera spiegazione della fusione dei suoni.

Che nella consonanza avvenga una fusione di suoni, lo provano i dati statistici dello Stumpf. Ben spesso suoni simultanei si appresentano musicalmente per un suono solo, quanto più essi consuonano. Non nega lo Stumpf la necessità di spiegare più largamente la fusione. Se i suoni si fondono per affinità, questa dev'essere ben diversa da quella cui si riferisce la successione delle serie dei suoni da che quest'ultima diminuisce costantemente con l'intervallo dei suoni. Però, mentr'egli reputa solo ipotetico questo secondo rapporto d'affinità, è indotto ad un'altra spiegazione fisiologica d'altro genere. I processi del cervello nel percepire simultaneamente due suoni di un rapporto semplice nel numero delle oscillazioni si trovano in relazione più stretta (sinenergia specifica) che se tale rapporto fosse più complicato (2). Anche suoni successivi possono fondersi. Sebbene storicamente la musica omofona preceda la polifona, lo Stumpf crede verosimile, che la scelta dei toni

(1) C. Stumpf, *Geschichte des Consonanzbegriffes,* f. 1° delle *Abh. d. Münchener Akad. (phil.-hist. Cl.),* 1897.

(2) Idem, *Beiträge zur Akustik,* fasc. 1°, pag. 50.

musicali avvenisse anche nella prima per l'esperienza della percezione simultanea dei suoni.

Ne' punti essenziali ci si può accordare con la critica dello Stumpf.

§ 9.

Già in una mia dissertazione pubblicata nel 1863 (1) ed anche più tardi (2) ho fatto alcune osservazioni critiche sulla teoria del Helmholtz, e nel 1866 in un breve scritto (3), comparso poco prima dell'opera del v. Oettingen, ho indicato molte delle esigenze necessarie ad una più ampia teoria. Più largamente ho trattato di questo nella prima edizione (nel 1886) di questo lavoro. Noi partiamo dall'ipotesi che esista una serie di organi finali fisicamente o fisiologicamente accordati ai diversi toni, i cui membri arrivano successivamente al *maximum* con numero di vibrazioni sempre maggiore, ed a ciascun

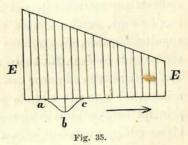



Fig. 35.

(1) E. Mach, *Sulla teoria dell' organo dell' udito* (*Zur Theorie des Gehörsorgan*, cit.), nei *Sitzb. d. Wien. Akad.*, '63.

(2) Cfr. le mie *Osservazioni sulla teoria della visione spaziale* (*Bermerkung. z. Lehre von räuml. Sehen*), nella

organo finale crediamo di dover attribuire una sua speciale (specifica) energia. Vi sono adunque tante energie specifiche quanti organi finali ed altrettante variazioni nel numero delle vibrazioni, che noi possiamo distinguere per mezzo dell'udito.

Però noi non solo discerniamo i suoni, ma li ordiniamo anche in una serie. Fra tre suoni di varia altezza noi riconosciamo il medio senz'altro come tale. Noi percepiamo immediatamente fra i numeri di vibrazioni quali siano fra loro più vicini, quali più lontani. Ciò si può spiegare ancor passabilmente per i suoni vicini. Chè se noi rappresentiamo simbolicamente con le ordinate della curva *abc* (fig. 35) la lunghezza delle vibrazioni, che salgono ad un determinato tono, e imaginiamo queste curve spostate successivamente nel senso della freccia, a suoni vicini, perchè sempre più organi rispondono simultaneamente, giungeranno anche sempre deboli eccitamenti comuni. Ma anche suoni lontani hanno una certa affinità ed ancor una tale affinità la riconosciamo nel tono più alto e più basso. Secondo i principî fondamentali di ricerca da noi seguìti, dobbiamo adunque ammettere in tutte le sensazioni di

---

Ztschr. f. Philos. del Fichte, 1865, ed in *Letture*, trad. cit., pagg. 92 sgg. Torino, 1900.

(3) Mach, *Avviamento alla teoria della musica del Helmholtz* (*Einleitung in die Helmholtz'sche Musiktheorie*), Graz, 1866. Cfr. la prefaz. e le pagg. 23 e seg., 46, 88.

suono comuni elementi. Non si possono pertanto ammettere tante energie specifiche quanti sono i suoni distinguibili. Per intendere i fatti, che noi abbiamo sott'occhio, basta ammettere soltanto due energie, che si eccitano con varî numeri di vibrazioni in varie relazioni. Ma benchè da questi fatti non derivi una più larga composizione delle sensazioni di suono, pure è molto verosimile per i fenomeni che si discuteranno più avanti.

Chi attentamente analizzi psicologicamente la serie dei suoni, giunge immediatamente a questa opinione. Ma anche se si ammette per ogni organo finale una speciale energia e si pensa che queste energie, essendo simili, debbono avere elementi comuni, si arriva allo stesso punto di vista. *Noi adunque ammettiamo solo, per avere innanzi a noi una determinata imagine, che nel passare dal minimo al massimo numero di vibrazioni la sensazione di suono varia similmente alla sensazione di colore, come si passa dal rosso puro, per successive mescolanze di giallo, al giallo puro.* Quindi possiamo mantenere pienamente l'idea, che per ogni numero distinguibile di vibrazioni v'ha un organo finale speciale, soltanto che per varî organi non si eccitano energie affatto varie, ma sempre le stesse due in varie relazioni (1).

---

(1) L'idea che a varî numeri di vibrazioni corrispondano varî organi finali, è troppo ben fondata sui batti-

§ 10.

Come avviene pertanto che tanti *suoni* simultanei si *distinguono* e non si fondono *in una sola* sensazione, e che due suoni di altezza disuguale non si fondono in un *suono misto* di altezza media? Perchè poi questo in fatto *non* succede, l'idea, che noi ce ne dobbiamo fare, è *più largamente determinata*. Probabilmente avviene un fatto simile del tutto a quello che avviene in una serie di colori misti di rosso e di giallo, che si presentano in varî punti dello spazio, che parimente si distinguono fra di loro e non si fondono in un'unica impressione. In fatto, quando si passa dalla osservazione di uno a quella d'un altro, si presenta una sensazione simile a quella che si prova quando nel campo visivo l'occhio scorre da un punto fissato ad un altro. La serie dei suoni si trova in una certa analogia con lo *spazio*, in uno spazio limitato d'ambo le parti, ad *una sola* dimensione, che non offre *nessuna simmetria*, come, ad esempio, una retta che

---

menti di suoni vicini e su altri fatti presentati dal Helmholtz, ed è troppo importante per intendere i fenomeni perchè possa di nuovo essere confutata. — L'idea qui esposta si appoggia a resultati ottenuti (specialmente dal Hering) coll'analisi delle sensazioni dei colori.

cada da destra a sinistra perpendicolarmente al piano mediano.

Piuttosto abbiamo la stessa analogia con una verticale od una retta, che cade sul piano mediano dall'avanti all'indietro. E mentre i colori non sono legati ai punti dello spazio, ma si possono muovere nello spazio, sì che facilmente separiamo le sensazioni di spazio da quelle di tempo, altrimenti avviene rispetto alle sensazioni di suono. Una determinata sensazione di suono può cadere solo in un determinato punto del suddetto spazio ad una sola dimensione, che deve essere fissato ogni volta, se si vuol che dia chiara la relativa sensazione di suono. Si può ora credere, che varie sensazioni di suono si presentino in varie parti della sostanza del senso del suono, o che, oltre ad ambedue le energie, la cui relazione necessita la *colorazione* dei suoni acuti e profondi, ve ne sia ancora una terza *simile* ad una innervazione, la quale si presenta quando si fissano i suoni. Anche insieme si possono ritrovare ambedue. Per ora non è possibile e nemmeno necessario decidere su questo argomento.

E già inconsciamente nella lingua si esprime che il campo delle sensazioni di suono offre un'analogia con quello dello spazio, e certamente con uno spazio che non presenta alcuna simmetria. Si parla di suoni alti o bassi, non di suoni di sinistra o di destra, sebbene i nostri strumenti musicali ben s'adattino a tale determinazione.

§ 11.

In uno dei miei primi lavori (1) ho manifestata l'opinione, che il fissare i suoni si connette con la variabile tensione del *tensor tympani*. Nè io potei più sostenere questa opinione in seguito per mie per-

(1) E. MACH, *Sulla teoria dell' organo dell' udito* (*Zur Theorie*, cit.), 1863. Per le ricerche fatte insieme col Kessel: *Sull'accomodazione dell'orecchio* (*Ueber die Accommodation des Ohres*, nei *Sitzb. d. Wien. Akad.*, vol. 66°, fasc. 3°, ottobre 1872) s'ottiene il prospetto di un suono mutevole e dell'attitudine di risonanza dell' apparato uditivo a varî suoni, essendosi osservate microscopicamente le escursioni delle vibrazioni del suono apportate con un tubo. Ma un mutamento spontaneo di tal genere nel suono in un orecchio vivente non si palesa, quando s'introduce il suono e si osserva con uno specchio auricolare micrometrico. Più tardi, però, ho dubitato se le forti vibrazioni, che si sono osservate, siano sovratutto decisive, perchè esse difficilmente possono essere senza pregiudizio mitigate nel labirinto. Fino a che adunque non si potranno osservare con sicurezza le vibrazioni in un orecchio vivente durante una normale audizione, difficilmente si potrà risolvere decisamente tale questione. Un metodo d'interferenza di luce potrebbe servire all' uopo. Ma dovrebbe esso essere di forma molto semplice per essere applicabile alle difficili relazioni dell'orecchio vivente.

sonali osservazioni ed esperienze. L'analogia spaziale non si perde con questo, ma è da ricercarsi soltanto il relativo elemento fisiologico.

Già nel lavoro del 1863 ho manifestata l'idea, che i fenomeni della laringe, nel canto, contribuiscano alla formazione delle serie dei suoni, ma non l'ho trovata accettabile. Il canto è unito con l'udito solo per cause estranee e casuali. Sia che io senta una produzione orchestrale con tutti i suoni, sia che la mi si presenti come allucinazione, mi riesce impossibile pensare, che la conoscenza di tutto il complesso dei suoni mi sia data solamente dalla mia laringe, che non è davvero un cantante ben esercitato. Io ritengo accidentali le sensazioni che si osservano per caso, senza dubbio, nella laringe, quando si ode la musica, come se io mi imaginassi rapidamente i tasti successivamente toccati, ogni qualvolta ascolto un pezzo suonato su pianoforte od un organo nel tempo più usuale a me, musicalmente. Se io mi imagino della musica, ascolto sempre chiaramente i suoni. Ma nessuna musica risulta dalle sensazioni di moto accompagnanti le esecuzioni musicali, come punto ascolta musica il sordo, che pur vegga i movimenti dei suonatori nell'orchestra. Adunque su questo punto non sono d'accordo con la teoria dello Stricker (cfr. STRICKER, *Du langage et de la musique*, Paris, '85).

Altramente debbo dire dell'idea dello Stricker su la lingua (cfr. STRICKER, *Die Sprachvorstellungen*, Wien, 1880). Chè se, ritornandomi chiaro all'orecchio

un discorso, a cui ripenso, io non dubitassi altresì che i pensieri possano essere eccitati dal risuonare del campanello di casa, dal fischio della locomotiva, ecc.; che i bambini ed i cani stessi intendano parole che essi non possano ripetere, mi lascierei convincere dallo Stricker, che l'indirizzo motore, nell'intelligenza del linguaggio, non è il solo possibile, ma il più comune per noi, e che noi non riusciremmo a nulla se esso venisse meno. Io stesso posso raffermare questa opinione per mie esperienze. Spesso io veggo che stranieri, che vogliono seguire il mio discorso, muovono leggermente le labbra. Se qualcuno mi avesse ad indicare la sua abitazione ed io dimenticassi di ripetere il nome della via ed il numero della casa, dimenticherei affatto l'indirizzo: questo, adunque, per mantenersi nella memoria, ha bisogno di questa precauzione. Tempo fa un amico mi diceva che egli non voleva leggere il dramma indiano *Urvasi,* perchè a fatica riusciva a compitare il nome, e quindi non lo riteneva a memoria. Il sogno del sordo-muto, di cui parla lo Stricker, si può intendere soltanto secondo la sua ipotesi. — Però, questa relazione, apparentemente paradossale, chi ben consideri con tranquillità d'animo, non è poi tanto strana. Come si muovano i nostri pensieri per le solite vie, una volta battute, lo mostra la grande efficacia di un motto. I motti arguti non sarebbero così rari, se noi non procedessimo di preferenza per le vie già seguìte. A certuni non riesce mai di

trovare, benchè non sia molto difficile, il senso secondario, riposto di una parola. E quando usiamo, ad esempio, Schmied *(fabbro)*, Schuster *(calzolaio)*, Schneider *(sarto)* come nomi propri (1), chi va a pensare ai relativi mestieri che tali parole indicano nel loro senso proprio? — Per portar un esempio simile da un altro campo, io ricordo (cfr. pag. 136) che l'imagine di uno scritto in uno specchio accanto all'originale la riconosco tosto come simmetricamente congruente con questa, senza poterla leggere direttamente, dacchè ho appreso lo scritto con movimenti della mano destra. Con ciò posso ben spiegare perchè, quanto alla musica, io non conceda allo Stricker che la musica stia alla lingua come l'ornamentazione allo scritto.

§ 12.

L'analogia, che v'ha tra il fissare i punti dello spazio ed il fissare i suoni, l'ho spesso illustrata con alcuni esperimenti, de' quali ancora una volta intendo qui parlare. La stessa combinazione di due suoni risponde variamente, secondo che si osserva l'uno o l'altro de' due suoni. Le combinazioni 1 e 2 hanno

(1) Ed ancor noi in Italia; ad esempio: *Fabbro* e *Fabbri*, *Sarti* e *Sartori*, *Marangoni* (in ven. = *falegnami*), *Scarpari* e *Callegari* (in ven. = *calzolai*), ecc. [*N. d. T.*].

un carattere notevolmente vario, secondo che si fissa il tono superiore od inferiore. Chi non possa seguire volontariamente l'attenzione, s'aiuta con ciò, che lascia presentarsi un suono o l'altro più tardi (3, 4). Questo tira su di sè l'attenzione. Ad una sola prova avviene che un'armonia (come 5) si scomponga nei

suoi elementi e che questi si odano (come in 6) separatamente. Questi esperimenti ed i seguenti, in causa della persistenza dei suoni, meglio e più convincentemente si ottengono con la fisarmonica che non col pianoforte.

Particolarmente notevole è il fenomeno che si presenta, se si estingue in un'armonia un suono determinato. L'attenzione cade allora su uno dei più vicini, il quale emerga con chiarezza, come se esso appunto fosse toccato. L'impressione dell'esperimento è affatto simile a quella che si ottiene se, immersi in qualche lavoro, improvvisamente ascoltiamo il regolare battere del pendolo, cui prima non badavamo affatto. In quest'ultimo caso t u t t o il campo di suono oltrepassa, per così dire, la soglia della coscienza, mentre nel primo caso s p i c c a solo una p a r t e più alta. Se, ad esempio,

nel n° 7 si fissa il soprano, mentre, procedendo dal tono alto al basso si lascia estinguere un suono dopo l'altro, si ottiene ad un dipresso l'impressione del n° 8. Se si fissa nel n° 9 il suono più profondo e si procede all'inverso, si ha l'impressione n° 10. La stessa serie armonica suona molto diversamente secondo la voce che si fissa. Se si fissa il soprano nei ni 11 o 12, pare che si modifichi soltanto il colore del suono. Ma se nel n° 11 si fissa il basso, pare che tutta la massa dei suoni scenda in tono basso e nuovamente salga se si osserva nel n° 12 il passo *e-f*. Ne risulta chiaramente che l'accordo può essere considerato come rappresentante dei suoni. Con vivacità queste osservazioni ricordano la mutevole impressione, che si ha se in un ornamento si osserva or questo, or quel punto.

È ancor da ricordare qui l'involontario girare dell'attenzione, che avviene nel risuonare persistentemente uniforme (per qualche minuto) di un suono d'armonium, dove or qua or là emergano in piena chiarezza di per sè tutti gli ipertoni (1). Il fenomeno sembra che si debba spiegare per un esaurimento dell'attenzione ad un suono a lungo osservato. Questo

(1) Cfr. il mio *Avviamento alla teoria della musica del Helmholtz* (*Einleitung*, ecc., cit.), pag. 29.

esaurimento si presenta verosimilmente anche nello esaurimento, che in altro luogo ho largamente descritto (1).

Le relazioni, qui esposte, nel campo delle sensazioni di suoni potrebbero essere illustrate, per esempio, dalla seguente figura. Posto che i nostri due occhi, essendo capaci soltanto d'un unico movimento, dovessero seguire soltanto i punti di una retta orizzontale, giacente nel piano mediano, per il punto di una convergenza mutuamente simmetrico, e che il punto fissato più vicino fosse rosso puro, e quello più lontano, corrispondente al punto parallelo, giallo puro, e fra di loro fossero tutti i trapassi di colore, un tale sistema delle nostre sensazioni visive potrebbe presentare in modo sensibile le relazioni delle sensazioni dei suoni.

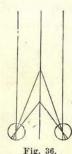



Fig. 36.

§ 13.

Rimane, secondo la teoria fino ad ora seguita, inintelligibile ancora un fatto importante, da trattarsi in seguito: ma la sua spiegazione esige assolutamente una teoria più completa. *Se si hanno due serie di*

(1) Confronta le mie *Sensazioni di movimento* (*Grundlinien*, ecc., cit.), pag. 58.

suoni di due toni diversi e procedono secondo le stesse relazioni nel numero delle vibrazioni, noi riconosciamo in ambedue la stessa melodia appunto immediatamente per mezzo della sensazione, che percepiamo quando in due imagini geometricamente simili e similmente giacenti riconosciamo la identica figura. Uguali melodie in varie condizioni possono essere indicate come imagini di suono di identica figura di suono o come simili imagini di suono. Si può credere che questo riconoscimento non sia congiunto coll'impiego di soliti intervalli musicali o di semplici relazioni nel numero delle vibrazioni spesso usate. Se in un violino o, particolarmente, in uno strumento a varie corde le singole corde si portano ad una determinata disarmonia, quindi si fissa sulla tastiera una carta distribuita determinatamente in complicate relazioni, si possono prendere o legare in una serie qualunque gli stessi punti della partizione ora su una corda, ora su un'altra. Sebbene quel che ne risulta non abbia alcun senso musicale, si riconosce però in ogni corda la stessa melodia. L'esperimento non potrebbe essere più convincente, se si volesse porre la partizione in relazioni irrazionali. Questo, in realtà, riesce solo approssimativamente. Il musico potrebbe sempre asserire ancora se egli ascolta i noti intervalli musicali fra loro vicini, o quelli che giacciono fra i medesimi. Gli uccelli canori non ammaestrati solo eccezionalmente osservano gli intervalli musicali.

Dacchè in una serie di due soli suoni si riconosce l'uguaglianza delle relazioni dei numeri delle vibrazioni immediatamente. Le serie dei suoni *c-f*, *d-g*, *e-a*, ecc., che offrono tutte la stessa relazione di 3 : 4 nei numeri delle vibrazioni, sono tutte riconosciute immediatamente come intervalli uguali, come quarte. Questo è il fatto nella sua forma più semplice. Il notare ed il riconoscere gli intervalli è il primo fatto di cui si deve render padrone chi principia a studiare musica, se egli vuol rendersi pratico in questo campo.

In un piccolo scritto, ma degno di essere letto, E. Kulke (1) ha data comunicazione, concernente a questo proposito, del metodo d'insegnamento originale di P. Cornelius, e ch'io potei compiere con le comunicazioni datemi a voce dal Kulke. Secondo il Cornelius, per riconoscere facilmente gli intervalli, è opportuno notare alcuni pezzi musicali, canzoni popolari, ecc., che cominciano con questi intervalli. Ad esempio, la sinfonia del *Tannhäuser* comincia con una quarta. Se ascolto una quarta, tosto osservo che potrebbe essere la serie dei suoni del principio della sinfonia del *Tannhäuser*, e frattanto riconosco l'intervallo. Parimente, la sinfonia n° 1 del *Fidelio* potrebbe essere usata come rappresentante della terza, ecc. Questo eccellente mezzo, che io ap-

(1) E. Kulke, *Ueber die Umbildung der Melodie. Ein Beitrag zur Entwicklungslehre,* Prag, Calve, 1884.

provo con dimostrazioni acustiche ed ho trovato molto efficace, è pur esso verosimilmente già una complicazione. Si potrebbe supporre che fosse più facile notare un intervallo che una melodia. Inoltre la melodia molto di più aiuta il ricordo, come si osserva più facilmente un viso individuale e lo si collega con un nome, che un determinato angolo facciale od un naso. Ogni uomo tien nota dei visi e li collega con nomi, benchè Leonardo da Vinci abbia ordinato i nasi in sistema.

§ 14.

Come ogni intervallo nella serie dei suoni si fa notare in modo caratteristico, così avviene nel legamento armonico. Ogni terza, ogni quarta, ogni tritono in maggiore od in minore ha il suo colorito speciale, nel quale si riconosce indipendente dall'altezza del tono fondamentale e dal numero dei battimenti, che s'accresce facilmente con questa altezza.

Un diapason, che si metta presso ad un orecchio, si sente certamente solo con questo orecchio. Se si portano allo stesso orecchio due diapason alquanto scordati fra loro, gli urti, i battimenti riescono molto chiari. Ma se si pone un diapason innanzi ad un orecchio, ed un altro dinanzi all'altro, gli urti riescono molto deboli. Due diapason, che siano in armonico intervallo, risuonano alquanto brusca-

mente presso un solo orecchio (1). Però il carattere dell'armonia si percepisce anche se si pone un diapason innanzi ad un orecchio. Anche la disarmonia riesce chiara con questo esperimento. Armonia e disarmonia non sono determinate soltanto dai battimenti.

§ 15.

Tanto nei collegamenti melodici quanto in quelli armonici i suoni, che stanno in relazioni semplici nel numero delle vibrazioni, si indicano: 1° per il piacere; 2° per una sensazione caratteristica per quella relazione. Per quanto concerne il piacere, non si può negare che esso è dichiarato in parte per la coincidenza dei suoni parziali e ne' legamenti armonici anche per il diminuire de' battimenti in determinate relazioni nella quantità delle vibrazioni. Però, chi è esperto e fine intenditore di musica, non se ne contenta affatto. È urtato dalla parte troppo notevole, che è connessa al colore accidentale del suono, ed osserva altresì che i suoni stanno in una positiva relazione di contrasto, come i colori; soltanto con questo, che ne' colori non v'ha una relazione così decisamente piacevole.

(1) Cfr. Fechner, *Ueber einige Verhältnisse des binocularen Sehens*, pag. 536, Leipzig, 1860. Io stesso replicatamente ho fatto tali prove.

L'osservazione, che realmente fra i suoni v'ha una *specie di contrasto*, si presenta quasi di per sè. Un suono costantemente liscio è qualche cosa di spiacevole e di scolorito, come *un* colore uniforme, di cui sia scolorito tutto il nostro ambiente. Un altro colore, che intervenga a rompere la monotonia, influisce come vivificante.

Se si lascia prodursi per lungo tempo un suono, accrescendone l'altezza, come negli esperimenti con la sirena, va perduto ogni contrasto. Esso invece si presenta fra due suoni molto distanti fra loro e non soltanto fra due suoni, che si succedano immediatamente, come può dichiarare l'esempio qui arrecato:

Il passaggio 2° dopo il 1° suona affatto diversamente che da solo, il 3° diversamente dal 2°, ed anche il 5° diversamente dal 4° subito dopo il 3°.

§ 16.

Passiamo ora al *secondo* punto, alla *sensazione caratteristica*, che corrisponde ad ogni intervallo, e ricerchiamo se la si possa spiegare con la teoria fin qui seguìta.

Se un suono fondamentale n è unito melodicamente od armonicamente con la sua terza m, avviene

il suono parziale di quinta del primo suono ($5n$) insieme con la quarta del secondo suono ($4m$). Questo è l'elemento comune, che, secondo la teoria del Helmholtz, si presenta in tutti i legamenti di terza. Se io combino i suoni C ed E o F ed A e rappresento nel seguente schema i loro toni parziali:

$$\begin{array}{cccccccc} & & & & \downarrow & & & \\ C & c & g & \bar{c} & \bar{e} & \bar{g} & \bar{b} & \bar{\bar{c}} \\ n & 2n & 3n & 4n & 5n & 6n & 7n & 8n \end{array} \qquad \begin{array}{cccccccc} & & & \downarrow & & & & \\ E & e & h & \bar{e} & \overline{gis} & \bar{h} & \bar{\bar{d}} & \bar{\bar{e}} \\ m & 2m & 3m & 4m & 5m & 6m & 7m & 8m \end{array}$$

$$\begin{array}{cccccccc} & & & & \ddagger & & & \\ F & f & \bar{c} & \bar{f} & \bar{a} & \bar{\bar{c}} & \overline{\overline{es}} & \bar{\bar{f}} \\ n & 2n & 3n & 4n & 5n & 6n & 7n & 8n \end{array} \qquad \begin{array}{cccccccc} & & & \ddagger & & & & \\ A & a & e & \bar{a} & \overline{\overline{cis}} & \bar{\bar{e}} & \bar{\bar{g}} & \bar{\bar{a}} \\ m & 2m & 3m & 4m & 5m & 6m & 7m & 8m \end{array}$$

coincidono in fatto in un caso i toni parziali segnati con $\downarrow$, in un altro quelli segnati con $\ddagger$ ed in ambedue i casi il *quinto tono parziale del suono più basso col quarto del suono più acuto.* Questo elemento comune si presenta soltanto per la mente che vada analizzando, e non ha nulla da fare con la sensazione. Per la sensazione coincidono nel primo caso i toni $\bar{e}$, nel secondo quelli $\bar{a}$; adunque toni affatto diversi. Pertanto, se per ogni numero distinguibile di vibrazioni ammettiamo una relativa energia specifica, noi dobbiamo rettamente domandare dove stia l'elemento comune della sensazione in ogni legamento di terza.

Non si creda una pedanteria ed una sofisticheria questa mia distinzione. E questa mia domanda: in che consista la somiglianza fisiologica delle fi-

gure a differenza di quella geometrica, è tanto poco inutile quanto quest'altra questione, posta contemporaneamente, circa 37 anni fa. Se si vuol ammettere una caratteristica fisica o matematica della terza come un contrassegno della sensazione di terza, bisogna contentarsi, secondo Euler (1), della coincidenza di quattro o cinque vibrazioni, la qual composizione non sarebbe così sgradita, per quanto si possa credere che il suono proceda anche nel nervo come un movimento periodico, la quale cosa A. Seebeck (*Pogg. Ann.*, vol. 68°) ritiene ancor possibile (2). La coincidenza, studiata dal Helmholtz, di $5n$ e $4m$ è, riguardo a questo punto, non meno simbolica, nè più chiara.

§ 17.

Fin qui ho espresse le mie opinioni, convinto di non essere costretto a far alcun passo essenziale indietro. Questo sentimento non mi accompagna in egual misura nello sviluppo della ipotesi seguente, che già da lungo tempo mi s'è presentata nella sua forma essenziale. Ma essa almeno potrà servire a

---

(1) EULER, *Tentamen novæ theoriæ musicæ*, pag. 36, Petropoli, 1739.

(2) Negli ultimi tempi questa opinione fu nuovamente sostenuta dal Lipps e criticata dallo Stumpf.

schiarire ed illustrare, anche su fondo positivo, lo svolgimento suo, che spero di poter porre su una più compiuta teoria delle sensazioni di suono. Pertanto io qui presenterò le mie idee, come le ho manifestate nella prima edizione di questo lavoro.

Per un animale di organizzazione semplice la percezione di un piano e periodico movimento del mezzo, in cui si trova, è un'importante necessità della vita. Che se il mutamento d'attenzione (in causa dei troppo grandi organi, nei quali non possono più essere avvertiti così rapidi mutamenti) è troppo tarda. ed il periodo di oscillazione troppo breve, e l'ampiezza troppo piccola, perchè possano venire a conoscenza le singole fasi dell'eccitamento, egli è ancor possibile percepire gli effetti accumulati delle sensazioni dello stimolo oscillatorio. L'organo dell'udito gareggia con quello del tatto (1). Un organo finale vibrante (un pelo dell'orecchio) risponde secondo le

(1) Si può ancor discutere se gli animali, che hanno una così piccola misura del tempo che risuonino per noi i loro movimenti volontari, ascoltino nel senso comunemente dato a tale parola, o se piuttosto il loro non sia una specie di tatto, che in loro ci fa l'impressione dell'udito. Cfr., ad esempio, le belle esperienze ed osservazioni di V. Graber, *Die chordotonalen Organe*, nell'*Archiv f. mikrosk. Anat.*, vol. 20°, pag. 506. Cfr. *Sensazioni di movimento* (*Bewegungsempfindungen* cit., pag. 123). Quest'opinione si è per più rispetti confermata.

sue proprietà fisiche e non già ad ogni numero di vibrazioni, ed anche non già ad uno solo, ma comunemente a più, molto lontani fra loro (1). Adunque, tosto che tutta la serie continua dei numeri di vibrazioni fra limiti determinati è importante per l'animale, non bastano più alcuni pochi organi finali, ma si presenta la necessità di tutta una serie di tali organi di tono graduato. Come tale sistema il Helmholtz da prima ammise l'organo del Corti, quindi la membrana basilare.

Difficilmente, adunque, un membro di questo sistema corrisponde ad un solo numero di vibrazioni. Piuttosto noi possiamo supporre che esso risponda molto più debolmente con graduale intensità (forse partita per nodi) anche ai numeri di vibrazioni $2n$, $3n$, $4n$, ecc., e, parimente, anche ai numeri di vibrazioni $\frac{n}{2}$, $\frac{n}{3}$, $\frac{n}{4}$, ecc. Dacchè non si può ammettere una speciale energia per ogni numero di vibrazioni, ammettiamo, secondo quello che abbiamo detto, che tosto si esplichino soltanto due energie di sensazioni, che noi diciamo cupa (D) e chiara (H). La relativa sensazione simbolicamente (come pei colori misti) rappresentiamo con $pD + qH$, o, ponendo $p + q = 1$ e considerando q come una funzione $f(n)$ del numero delle vibrazioni (2), con

$$[1 - f(n)]D + f(n)H.$$

(1) Come, ad esempio, ha osservato V. Hensen.

(2) Se si vuole avere una giusta e semplice dimostrastrazione, si ponga $f(n) = k. log n$.

La relativa sensazione può corrispondere al numero delle vibrazioni dello stimolo oscillatorio, al quale membro della serie degli organi finali può appigliarsi anche lo stimolo. Perciò la prima dimostrazione non è, nella sua essenza, errata. Quindi, corrispondendo quanto mai fortemente il membro R_n ad n e molto più debolmente a $2n$, $3n$ o $\frac{n}{2}$, $\frac{n}{3}$, cessando R_n di vibrare anche ad un certo impulso aperiodico con n, la sensazione $[1 - f(n)]D + f(n)H$ rimane prevalentemente unita col membro R_n.

Casi ben constatati di una doppia audizione (cfr. STUMPF, op. cit., I, pagg. 266 e seg.) ci potrebbero costringere a considerare la relazione di eccitazione di D e H come indipendente dall'organo finale e non dal numero di vibrazioni, ma ciò non infirma punto la nostra tesi.

Un elemento R_n risponde fortemente ad n, ma più debolmente a $2n$, $3n$... $\frac{n}{2}$, $\frac{n}{3}$... con le sensazioni relative ai numeri di vibrazioni. Ma gli è di molto inverosimile che la sensazione resti affatto la medesima, sia che ad n corrisponda R_n o $R_{\frac{n}{2}}$. Piuttosto è verosimile, che ogni volta che i membri della serie degli organi rispondono ad un tono parziale, la sensazione contenga una debole colorazione accessoria, che noi rappresenteremo con Z_1 per il suono fondamentale, con Z_2, Z_3... per gli ipertoni, con $Z_{\frac{1}{2}}$, $Z_{\frac{1}{3}}$... per i suoni inferiori. Quindi la sensazione di suono sarebbe qualche cosa di più

ricca composizione che non ciò che corrisponde alla formula $[1 - f(n)]D + f(n)H$. Le sensazioni, che la serie degli organi finali eccita per mezzo dei suoni fondamentali, rappresentano adunque un campo con una colorazione secondaria Z_1, mentre l'eccitamento della stessa serie per mezzo del primo ipertono dà uno speciale campo di sensazione con la colorazione accessoria Z_2, ecc. Le Z possono essere elementi invariabili, o, alla loro volta, constare di due elementi U e V e rappresentare una serie, che si può indicare con la formula

$$[1 - f(n)]U + f(n)V,$$

su di che ora non importa soffermarsi.

Certamente si debbono ora ricercare gli elementi fisiologici Z_1, Z_2... Soltanto l'esservi l'idea che essi siano da ricercare, mi pare importante. Consideriamo come si presenti il campo delle sensazioni di suono, se si ammettono come determinati Z_1, Z_2.

Consideriamo, come esempio, un legamento di terza armonico e melodico. I numeri di vibrazioni siano adunque $n = 4p$ e $m = 5p$; il più profondo ipertono comune sarà $5n = 4m = 20p$, il più alto semitono comune sarà p. Si consideri infatti il seguente prospetto:

	Gli elementi della serie degli organi finali:	Rp	R_4p	R_5p	$R_{20}p$
se i suoni $4p$ e $5p$ sono senza ipertoni	rispondono ai numeri di vibrazioni:	$4p, 5p$	$4p$	$5p$	$4p=\frac{20p}{5}$ $5p=\frac{20p}{4}$
	con le sensazioni accessorie:	Z_4, Z_5	Z_1	Z_1	$Z^1/_5, Z^1/_4$
se i suoni $4p, 5p$ sono con ipert.	rispondono ai numeri di vibrazioni:		$20p=5(4p)$	$20p=4(5p)$	
	con le sensazioni accessorie		Z_5	Z_4	

Adunque in un legamento di terza si presentano le sensazioni accessorie caratteristiche per la terza Z_4, Z_5 e $Z\,^1/_4$, $Z\,^1/_5$ anche se i suoni non contengono alcun ipertono, e le prime (Z_4, Z_5) sono rafforzate se ne' suoni entrano degli ipertoni o nell'aria libera o nell'orecchio. Lo schema si può generalizzare per qualsiasi intervallo (1).

(1) La dimostrazione qui data si trova in forma un po' più concisa ed anche un po' diversa nella mia nota: *Sull'analisi delle sensazioni di suono* (*Zur Analyse der Tonempfindungen*), nei *Sitzb. d. Wien. Akad.* (*mathem.-nat. Cl.*). parte II, dicembre, 1885. L'analisi della sensazione di suono è qui fatta per analogia all'analisi delle sensazioni dei colori, molto progredita. Ogni numero di vibrazioni della luce esplica alcune specifiche energie in una relazione dipendente da questo uumero di vibrazioni. L'eccitabilità di queste energie è varia secondo i varî

Queste colorazioni accessorie, pertanto, sebbene non si manifestino punto nei singoli suoni e nei legamenti di suoni, si presentano con determinate relazioni nel numero delle vibrazioni nelle combinazioni di suoni, come sono vivaci i contrasti dei raggi di luce bianca, debolmente colorata, nelle loro combinazioni. Ed alle stesse relazioni nel numero delle vibrazioni rispondono per ogni determinata altezza di tono le stesse colorazioni di contrasto.

Riesce quindi chiaro come i suoni possano avere la più varia colorazione per un legamento melodico ed armonico con altri, la quale manca ai singoli suoni.

Non si può pensare che gli elementi Z_1, Z_2... siano dati in un determinato numero invariabile. Piuttosto si deve imaginare che il numero delle Z osservabili dipende dall'organizzazione, dalla pratica dell'udito e dall'attenzione. Secondo questa ipotesi sono con l'udito percepite anche non direttamente relazioni dei numeri di vibrazioni, ma soltanto le colorazioni

---

punti della retina. Analoghe relazioni, *mutatis mutandis,* si danno anche per le sensazioni di suono. All'indefinita varietà dello stimolo fisico sembra anzitutto che corrisponda in ambedue i casi un'indefinita varietà di sensazioni. L'analisi psicologica in ambedue i casi porta ad ammettere uno stretto numero di sensazioni, e queste, secondo il principio del parallelismo, non più immediatamente dipendente dal processo psico-fisico, così semplice.

accessorie, dalle medesime determinate. La serie di suoni, rappresentata simbolicamente con $[1 - f(n)]D + f(n)H$, non è indefinita, ma limitata. Dacchè $f(n)$ oscilla fra i valori di 0 e 1, D ed H sono le sensazioni che rispondono al suono più profondo e più acuto, gli elementi finali.

Se si diminuisce o si aumenta notevolmente il numero delle vibrazioni sopra o sotto quello del suono fondamentale delle fibre, si trova soltanto una più stretta risponsione, ma niun mutamento nella natura della sensazione. Anche la sensazione dell'intervallo deve cessare, avvicinandosi ai due limiti dell'udito. Anzitutto perchè cessa sovra tutto la distinzione della sensazione di suono, quindi ancora perchè nei limiti superiori mancano gli elementi della serie, che possono essere eccitati da' toni accessorî, e nei limiti inferiori quelli che reagiscono agli ipertoni.

Se osserviamo ancor una volta l'ipotesi seguìta, vediamo che si può mantenere tutto ciò che è stabilito dai lavori del Helmholtz. I rumori ed i suoni si scompongono in toni. Ad ogni numero percepibile di vibrazioni corrisponde uno speciale organo finale nervoso. In luogo di molte energie specifiche, noi invece ne ammettiamo due soltanto, le quali ci rendono chiara l'affinità di tutte le sensazioni di suono e manteniamo distinguibili, per la parte che concediamo all'attenzione, parecchi suoni, sebbene simultanei. Per l'ipotesi della varia risponsione degli elementi della serie degli organi finali e delle « colo-

razioni accessorie », si presenta la dimostrazione del casuale colore del suono, e vediamo così segnata la via che si deve battere nella più ampia ricerca del positivo contrassegno degli intervalli, particolarmente su fondamento di fatti musicali. Infine, il principio della dualità del v. Oettingen per quest'ultima ipotesi ha una base, dalla quale il ricercatore poteva dedurre qualche altra cosa di meglio che non il « ricordo », mentre si manifesta ad un tempo perchè la dualità non possa essere una perfetta simmetria.

§ 18.

L'ipotesi della molteplice risponsione della serie degli organi finali, come quella delle colorazioni accessorie, io l'ho data chiaramente come tale, e l'ho espressa soltanto con lo scopo di dichiarare il senso dei postulati che si presentano all'analisi psicologica ed eccitare altri a forse più felice resultato. Non mi meraviglio pertanto se altri non concorderà senz'altro con questo tentativo. Ma non posso riconoscere che questa ipotesi sia affatto inutile e, come dice lo Stumpf (1), manchi al suo scopo. Il coincidere delle colorazioni accessorie Z_4, Z_5, e rispettivamente $Z'/_4$, $Z'/_5$, in un solo nervo, è una circostanza

(1) STUMPF, *Beiträge zur Akustik und Musikwissenschaft,* fasc. 1°, pagg. 17-18.

non solo fisica, ma anche psico-fisica. La sensazione ben difficilmente può essere equivalente ad una colorazione mista per mezzo d'un solo elemento. Mi pare invece che quanto io ricerco, cioè di spiegare la determinata colorazione degli intervalli, e quanto ricerca lo Stumpf, cioè di spiegarne la fusione, sia dichiarato realmente dalla coincidenza parziale, ammessa anche da me, anche senza ipertoni. Che se più avanti lo Stumpf dice, che nei suoni con ipertoni non v'ha alcuna difficoltà per Helmholtz per intendere la somiglianza di intervalli uguali, ciò dipende dal fatto ch'egli disconosce ciò ch'io ho obbiettato al Helmholtz. Ma niun si contenta se gli si dice che in due terze coincidono ipertoni egualmente forti, dacchè si tratta ancora di sensazioni qualitativamente simili. Se fosse immediatamente intelligibile il riconoscimento di un passaggio di terza, non sarebbe necessario ricercare naturalmente una speciale spiegazione per la conoscenza dell'armonico legamento di terze. Ma dacchè lo Stumpf stesso crede il passaggio melodico caratterizzato dal legamento armonico, questo ragionamento ricade in un circolo vizioso. Anche secondo la mia ipotesi, il fatto della scelta melodica ed armonica di determinati gradi di tono, di relazioni rispettivamente determinate nel numero delle vibrazioni si riferisce allo stesso problema. La mia ipotesi s'appoggia alla teoria della risonanza, e, secondo l'idea dello Stumpf, sarebbe

da rigettare. Su quest'ultimo punto si può ancora discutere.

§ 19.

Si è già molto discusso sui fenomeni fisici dell'udito, particolarmente delle funzioni delle parti dell'orecchio interno. Nulla di meno appare di molto necessaria un'imparziale revisione della teoria fisica dell'udito. Si è discusso se gli ossicini dell'orecchio vibrino come un tutto o se le onde sonore trapassino attraverso di quelli. E. H. Weber si è deciso per la prima opinione, la quale è stata confermata sperimentalmente dal Politzer, ma da me esposta già prima teoricamente (1). Che se la dimensione degli ossicini è, nella sua materialità, ben piccola rispetto alla lunghezza delle onde sonore, di cui si tratta, com'è appunto in realtà, non v'ha da discutere se le stesse fasi di movimento si presentino in tutta l'espansione di un ossicino e secondo le quali gli ossicini debbansi muovere come un tutto. Ora si crede che il movimento degli ossicini dell'orecchio trapassi al fluido del labirinto. Però esperienze pato-

(1) E. Mach, *Sulla teoria dell'organo dell'udito* (*Zur Theorie des Gehörorgans* cit.), ne' *Sitzb. d. Wien. Akad.*, vol. 58°, luglio, 1863. Di poi Helmholtz, *Die Mechanik der Gehörknöchelchen,* 1869.

logiche dimostrano che si ode bene, quando però il labirinto sia regolare, anche senza l'aiuto degli ossicini e del timpano. Queste parti pare che siano importanti solo quando si tratta del passaggio nel labirinto de' movimenti d'aria più leggieri. Talora pare che sia necessaria la riduzione della pressione esercitata su tutta la superficie del timpano sopra il piccolo piano scorrevole della staffa. Infatti le onde sonore possono trapassare nel labirinto anche per le ossa del capo. Ponendosi dei corpi risonanti (diapason) sui varî punti del capo, si prova che la direzione delle onde sonore passanti nel labirinto non ha alcuna influenza speciale. Tutte le dimensioni dell'apparato che percepisce i suoni sono così piccole, rispetto alle onde sonore percepibili, e la celerità delle onde nelle ossa e nel liquido del labirinto così grande, che in un momento solo notevolmente può accadere la stessa fase d'ondulazione in tutta l'espansione del labirinto. Quello che abbiamo detto ci porta a considerare come decisivo stimolo non i movimenti e le direzioni di movimento, ma le variazioni di pressioni, che si presentano simultaneamente nel labirinto.

Consideriamo pertanto il movimento che può seguire nel labirinto per il movimento del piano della staffa. Noi supponiamo, che ne siano escluse tutte le parti tenere e che lo spazio determinato dalle parti ossee sia riempito soltanto col liquido. Il movimento che qui può aver luogo è quello di una periodica

corrente di una finestra ovale rispetto ad una rotonda e viceversa, la cui forma, nella velocità del perturbamento perdentesi rispetto alla velocità del suono, è affatto indipendente dal periodo. Se si pensa la superficie delle due finestre come elettrodi positivo e negativo, ed il liquido come conduttore, le linee della corrente elettrica coincidono con le linee della corrente periodica. Non può esser quindi di molto mutata se le parti tenere sono immerse nel liquido di cui poco diverso è il peso specifico. La massa del liquido ha la parte precipua. Convien appena far parola del fatto che speciali parti, secondo l'altezza di tono, non ostante il liquido, possono ammettere una speciale circostanza di vibrazione locale. Le relazioni quantitative qui son ben diverse che nelle corde o nelle membrane all'aria.

Per ciò mi pare che la nuova teoria dell'udito, emessa dall'Ewald, non sia più accettabile della teoria dell'Helmholtz riguardo alle fibre del Corti, od alle elettive vibrazioni della membrana basilare. Se una membrana, unta con olio, negli esperimenti dell'Ewald non mostra più alcuna chiara spartizione con più forte ricopertura d'olio, essa pienamente mancherebbe quando sia stata immersa in un liquido, ancor di dimensioni corrispondentemente piccole. Si deve, del resto, di chiarare che la teoria dell'Ewald (1) è, sotto più aspetti, corrispondente ed

(1) Ewald, *Eine neue Hörtheorie,* Bonn, 1899.

offre qualche vantaggio. Le membrane dimostrano, ad esempio, coincidenze delle linee di nodi con intervalli armonici, anche senza ipertoni. Questa teoria pare adunque che soddisfi ad una parte del postulato, più sopra ammesso. Purtroppo fisicamente non è ammissibile, tolte anche le l'altre difficoltà che essa non può risolvere. Io non pretendo, naturalmente, di criticare in poche parole un bello e diligente lavoro, ma non posso tacere quello ch'io penso.

§ 20.

La difficoltà di dare una teoria fisica della risonanza è stata più o meno sentita da tutti quelli che se ne sono occupati, come parmi non meno per coloro che l'hanno emessa. Ad un tempo, però, si riconobbe che, se vi si rinunzia, va perduto quel motivo che determina la conoscenza dell'analisi de' suoni, l'intelligibilità della teoria delle sensazioni di suono. Di qui l'affannosa cura di mantenere la teoria della risonanza.

Mi pare pertanto che L. Hermann (1) abbia detto il vero, giudicando egli che a nulla si riesce senza una qualunque teoria della risonanza, ma che questa non è necessario che sia fisica, ma che può essere

(1) Hermann, nell'*Archiv* del Pflüger, vol. 56°, pp. 494, 495 sgg., a. 1894.

anche fisiologica. E si può di buon grado ma-
mettere col Hermann che gli stessi organi finali nervosi siano percepibili, particolarmente per uno stimolo di un determinato periodo. Nè debbono essere esclusivamente forze di elasticità quelle che mantengono l'organo nella sua condizione d'equilibrio, ma si può pensare anche a condizioni d'equilibrio elettriche, chimiche, ecc., ed alle loro deviazioni, che si comportano positivamente e negativamente. Fra questi organi può sussistere un legame, per il quale l'uno esercita l'azione sua eccitante sull'altro. Si presenta così fondata la speranza di soddisfare il desiderio della teoria fissa della risonanza. Debbo rinunziare alla piena e minuta ripetizione delle opinioni del Hermann, e mi debbo contentare di rimandare alle sue dissertazioni.

Però ancor un punto vogliamo porre innanzi agli occhi. Se due oscillazioni sinusoidi (pendolari) di n, n' vibrazioni avvengono contemporaneamente, si producono battimenti che si possono considerare un crescere ed un decrescere del suono n o n' per secondo per $(n'-n)$ volte. Ma giammai si può considerare come tale un movimento dell'aria, nel quale siano contenute vibrazioni sinusoidi, cioè il suono $n'-n$. Anche un risonatore fisico di $n'-n$ vibrazioni non può essere eccitato per tali battimenti, celeri o tardi che essi siano. Inoltre facilmente si osserva, o che si imagini il corso dei battimenti, o si disegnino, che durante le $n'-n$ oscillazioni del risona-

tore avvengono altrettanti impulsi negativi o positivi di eguale forza. Anche nella prima metà di questo tempo avvengono impulsi uguali e della stessa natura di quelli della seconda metà. È esclusa adunque una somma efficace. Questa sarebbe possibile solo quando si potesse avere un risonatore che fosse più sensibile ad un genere d'impulsi che ad un altro e più sensibile in una delle metà della durata della sua vibrazione. Si vede come questa stessa idea ci porti ad abbandonare la spiegazione dei suoni di combinazione del Young per battimenti rapidi, e come, d'altra parte, essa, col raffermarsi della teoria della risonanza, segua la teoria del Helmholtz sui suoni di combinazione. Le relazioni fisiche, che Helmholtz dovette ammettere, non pare che sussistano nelle circostanze nelle quali si odono suoni di combinazione. Meglio però si può credere, che un organo nervoso sia diversamente suscettibile per contrari impulsi e parimente sia variamente suscettibile nei varî stadî del suo eccitamento. Quindi esso non segue semplicemente le forze attive, ma contiene, per così dire, una riserva di energia, sulla quale agiscono, solo esplicandosi, quelle forze. Così l'errore del Young e l'ipotetico e fallito tentativo di correzione del Helmholtz ci portano ad un nuovo importante punto di vista.

§ 21.

Quando apparve l'opera del Helmholtz sulle sensazioni di suono, si presentò come un lavoro bello, compiuto, magistrale. Però i concetti fondamentali non poterono reggere contro la critica. Nè era una critica petulante, come abbastanza si manifesta da questo, che le idee de' varî critici, non ostante tutte le individuali peculiarità, ritornano agli stessi punti e tengono lo stesso indirizzo. Il problema fondamentale appare ricondotto dalla critica al punto in cui si trovava prima del Helmholtz. Potrebbe aver funesto effetto ciò se fosse lecito considerare questo fatto dal punto di vista di una sola persona.

Ma non possiamo spregiare i risultati del Helmholtz non ostante i suoi lati deboli. Oltre il ricco positivo acquisto, che dobbiamo a questo lavoro, si sono mosse ed agitate nuove questioni, si sono eccitati i naturalisti a varî tentativi, si è fatto un gran numero di nuove ricerche, nuovi criteri si sono presentati e possibili errori si sono per sempre definitivamente rimossi. Più facile così riesce alla critica tentare nuovamente un lavoro positivo già preparato.

Helmholtz si è illuso pensando di poter fermare specialmente sotto il punto di vista fisico questo problema, che dà tanto da fare a' psicologi, fisiologi e fisici. Anche i suoi amici contemporanei, che con

lui, circa la metà del secolo scorso, hanno fondata la scuola fisico-fisiologica, hanno dovuto riconoscere che la piccola parte della fisica inorganica, che noi conosciamo, non è ancor — e di molto ci manca — tutto l'universo. L'opera del Helmholtz sulla teoria delle sensazioni di suono è un'opera geniale, l'espressione d'una intuizione artistica, che ci mostra la via da seguire in più ampie ricerche, anche se solo simbolicamente dia una imagine fisica. Noi dobbiamo altresì badare di non spregiare anche i resultati sicuri ed importanti, insieme con i parziali difetti. Io non so perchè Helmholtz stesso abbia fatto così poco conto della critica: ma certo è ch'egli non s'è male apposto, avendo stabilito nelle sue disposizioni testamentarie che il testo della sua *Lehre von den Tonempfindungen* rimanesse inalterato dopo la sua morte.

§ 22.

Per coloro che studiano i fatti dal punto di vista dell'evoluzione, la musica moderna, nel suo alto sviluppo, siccome la dote musicale naturale spontanea e che si manifesta improvvisamente, riesce a prima vista un fenomeno altamente e stranamente misterioso. Che cosa ha da fare questo sviluppo dell'udito con la conservazione della specie? Non oltrepassa forse esso ciò che è necessario o specialmente soltanto ciò che è utile? Che cosa c'importa la fine

distinzione dell'altezza dei suoni? A che cosa ci serve il senso dell'intervallo, o della colorazione dei suoni nell'orchestra?

A dire il vero, la stessa questione si potrebbe porre riguardo ad ogni arte: se essa tragga la sua materia da questo o da quel campo sensorio. La questione sussiste anche riguardo all'intelligenza di un Newton, di un Eulero, ecc., che sorpassò, e di molto, la misura del puro necessario. Tale questione, poi, in modo affatto particolare sussiste per la musica, la quale non soddisfa a nessun bisogno pratico e per lo più non ha nulla da presentare. Ma con la musica è molto affine l'ornamentazione. Chi vuol vedere, può distinguere la direzione delle linee. Ma a chi sappia finamente distinguerle il sentimento di piacere per la combinazione delle linee, si può presentare relativamente come un prodotto secondario della sua rappresentazione. Come ciò avviene anche col senso dell'armonia dei colori secondo lo sviluppo dell'attitudine che ha ciascuno a distinguere i colori, così avviene pure per la musica.

Per ora dobbiamo ancor credere che ciò che chiamiamo talento e genio, per quanto grandi siano i suoi effetti, nel rispetto naturale soltanto per poco differisce dal caso normale. Il talento si riduce ad una forza psichica più estesa in un campo. Nel genio v'ha appunto l'attitudine all'adattamento, che si conserva anche oltre la giovinezza, la conservazione della libertà di muoversi fuori del modello.

La svegliatezza ingenua del bambino ci incanta e ci fa quasi sempre l'impressione del genio. Ma, comunemente, quest'impressione si perde tosto, e noi osserviamo, che quelle stesse manifestazioni, che noi siamo solitì considerare come resultati a costo della libertà, ne' bambini avvengono piuttosto per mancanza di fermezza.

Il talento ed il genio non si presentano, come Weismann a tal proposito ha dichiarato (1), successivamente ed a lungo andare nel séguito delle generazioni, e nemmeno possono essere il resultato di un'usanza solita dei progenitori; essi si presentano spontaneamente ed improvvisamente. Secondo quanto siam venuti dichiarando, riesce anche questo intelligibile, quando pensiamo che i discendenti non sono eguali in tutto e per tutto ai progenitori, ma presentano le loro qualità, alquanto variandole, ora indebolite, ora rafforzate.

(1) WEISMANN, *Ueber die Vererbung*, pag. 43, Jena, 1883.

CAPITOLO XIV.

INFLUSSO DELLE PRECEDENTI RICERCHE SUI CONCETTI DELLA FISICA [1]

§ 1.

Ed ora, qual vantaggio trae la fisica dalle precedenti ricerche? Tosto cade un pregiudizio molto diffuso e con questo una barriera grave; niun abisso

(1) Le questioni esaminate in questo capitolo furono già in parte ne' miei precedenti lavori sulla *Conservazione del lavoro* (*Erhaltung der Arbeit*, cit.) e *La natura economica delle investigazioni fisiche* (*Oekonomische Natur d. phys. Forschung*), in *Letture*, trad. cit., pag. 142 e segg., Torino, 1900. Quanto alla formazione del concetto come mezzo economico, oralmente il prof. W. James (della Harvard-Universität di Cambridge Mass.) mi ha fatto notare i punti di contatto de' miei scritti col suo lavoro: *The Sentiment of Rationality-Mind.* (vol. IV, pag. 317, luglio, 1879). Ognuno può leggere con diletto ed utilità questo scritto, dettato con libere concezioni, con piacevole vivacità ed imparzialità.

separa più il fenomeno psichico dal fisico; non si parla più di interiorità o di esteriorità, di sensazioni cui corrisponda un fatto esterno diverso da queste. Vi sono soltanto elementi di un sol genere, che compongono ogni supposta interiorità od esteriorità dei fatti e che, secondo l'osservazione del momento, sono interni od esterni.

Il mondo sensoriale appartiene *ad un tempo* al campo fisico ed al campo psichico. Come nello studio della natura dei gas, facendo astrazione delle mutazioni di temperatura, giungiamo alla legge del Mariotte e, chiaramente osservandole, a quella di Gay-Lussac, ed il nostro campo di ricerca è sempre il medesimo, così noi siamo nel campo della fisica, nel più largo senso, quando ricerchiamo le connessioni nel mondo sensoriale, *facendo del tutto astrazione del nostro corpo;* in quello della psicologia o della fisiologia dei sensi, quando fermiamo la nostra attenzione sul nostro corpo e specialmente sul nostro sistema nervoso. Il nostro corpo è una parte del mondo sensoriale come ogni altra; i limiti fra fenomeno psichico e fisico sono soltanto convenzionali e per l'uso pratico. Nè può mancare che s'aprano nuove vie di ricerche, se noi li consideriamo, per un più alto scopo scientifico, come non esistenti e tutte le connessioni le consideriamo come equivalenti.

Come un acquisto più ampio ed importante dobbiamo considerare questo, che il fisico non si lascia

ormai più imporre dai tradizionali mezzi intellettuali della fisica. Se quella, che comunemente si chiama « materia », si considera soltanto come un simbolo del pensiero molto naturale e che inconsciamente si presenta, per un complesso di elementi sensoriali relativamente stabile, ciò deve valere molto più per gli ipotetici ed artificiosi atomi e molecole della fisica e della chimica. A questi mezzi però rimane il loro pregio per il loro determinato scopo speciale. Essi rimangono economici simboli delle esperienze fisico-chimiche. Ma da questi non ci possiamo aspettare, come dai simboli dell'algebra, più di quello che essi contengono, specialmente non maggior chiarezza e dilucidazione di quanto derivi dall'esperienza stessa. Già nel campo della fisica stessa ben ci guardiamo di dar soverchio valore ai nostri simboli. E quindi sempre meno sui nostri concetti potrà influire il mostruoso pensiero di voler spiegare con gli atomi i fenomeni psichici. Essi sono ancora soltanto simboli di quel complesso speciale di elementi sensoriali, che troviamo nello stretto campo della fisica e della chimica.

§ 2.

Le intuizioni fondamentali degli uomini si formano naturalmente nell'adattamento di una più stretta o più larga cerchia di esperienze e di pensieri. Al fisico forse basta ancora il pensiero di una materia rigida,

la cui unica variazione consiste nel movimento, nel mutamento di posizione. Il fisiologo, come il psicologo, nulla può operare con tale fatto. Ma chi pensa che le scienze si connettono in un tutto solo, deve far le sue ricerche ponendo un principio che possa valere per tutti i campi. Se ora scomponiamo tutto il mondo materiale in elementi, che sono ad un tempo anche elementi del mondo psichico, che, come tali, si chiamano *sensazioni*; se, infine, ammettiamo che il còmpito speciale delle scienze sia ricercare le connessioni, le relazioni, la mutua dipendenza di questi elementi di ugual natura in tutti i campi, noi potremo, e con fondamento, aspettarci di dare a questa rappresentazione una base unica, monistica e di rimuovere il vano ed errato dualismo. Considerandosi la materia come qualche cosa di assolutamente persistente ed immutabile, cade in fatto la connessione fra fisica e psicologia.

Considerazioni critiche sulla conoscenza non possono pregiudicare nessun uomo, ma il ricercatore speciale, il fisico ad esempio, non ha ragione di contentarsi troppo di tali considerazioni. Guida molto sicura per lui sono l'acutezza dell'osservazione e la finezza dell'istinto. I suoi concetti, in quanto che si sogliono presentare come insufficienti, sono aggiustati al più presto e meglio dai fatti. Ma se si tratta del collegamento de' campi affini, pur di vario e particolare processo di sviluppo, esso non si può effettuare con l'aiuto del concetto, troppo limitato, di un solo e

ristretto campo speciale. In tal caso convengono concetti fondati su più generali considerazioni e sufficienti al campo più largo. Non ogni fisico è un critico della conoscenza, non ogni fisico deve od anche soltanto può esser tale. La ricerca speciale vuole tutto l'uomo, non però anche la teoria della conoscenza.

Appena comparve la prima edizione di questo scritto, un fisico mi avvertì che malamente avevo soddisfatto al mio tema. Non si possono, così egli credeva, analizzare le sensazioni prima di conoscere quali siano gli ufficî degli atomi nel cervello. Ed allora tutto si presenta certamente chiaro di per sè. Queste parole, che forse avrebbero fatto buon frutto in un giovane del tempo di Laplace ed avrebbero dato sviluppo ad una teoria psicologica di « occulti movimenti » (!), non mi potevano naturalmente correggere. Ma ebbero l'efficacia di farmi comprendere l'« ignorabimus » del Dubois, che fino allora m'era sembrato un gravissimo errore. Apportò, in realtà, vantaggio il riconoscimento, da parte del Dubois, dell'indissolubilità del suo problema, e fu un sollievo per molti, come indica il successo, altrimenti poco intelligibile, del suo discorso (1). Però egli non ha fatto il passo più importante della sua cognizione, che un problema, riconosciuto principalmente come insolubile, è tale, perchè male si è posta la que-

(1) DUBOIS-REYMOND, *Ueber die Grenzen des Naturerkennes,* 4ª ed., 1872.

stione. Quindi anch'egli, come tanti altri, ammette per il mondo reale i sussidî, i mezzi di una scienza speciale.

§ 3.

Le scienze si possono distinguere tanto per la materia, quanto per il genere di trattazione di questa materia. Ogni scienza, adunque, si riduce a rappresentare i fatti nel pensiero, o per scopo pratico o per rimuovere un difettoso indirizzo dell'intelligenza. Rammentando quanto abbiamo già indicato ne' *Preliminari*, si ha la scienza imitandosi con $\alpha\beta\gamma$... la connessione degli altri elementi. La fisica (nel più ampio significato), ad esempio, consiste nell'imitazione delle relazioni di *ABC* nelle loro reciproche relazioni; la fisiologia o psicologia dei sensi nell'imitazione delle relazioni di *ABC*... con *KLM*...; la fisiologia nell'imitazione della relazione di *KLM*... fra di loro e con *ABC*... L'imitazione di $\alpha\beta\gamma$... con altri elementi $\alpha\beta\gamma$... ci porta nel campo speciale della scienza psicologica.

Si potrebbe, ad esempio, riguardo alla fisica, pensare, che dipende meno dalla dimostrazione dei fatti sensoriali che dagli atomi, dalle forze, dalle leggi, che formano certamente il fondamento di quei fatti sensoriali. Imparziali considerazioni ci dichiarano che ogni bisogno pratico ed intellettuale è soddisfatto quando possiamo co' nostri pensieri imi-

tare perfettamente i fatti sensoriali. Questa imitazione è adunque la mira, lo scopo della fisica; gli atomi, le forze, le leggi ne sono soltanto i mezzi, coi quali giungiamo a quell'imitazione. Il loro valore sussiste solo in quanto ne sono i sussidî.

§ 4.

Noi conosciamo appieno un fenomeno naturale, ad esempio un terremoto, quando i nostri pensieri ci presentano la totalità dei relativi fatti sensoriali in modo che essa possa supplirli affatto, in modo che i fatti stessi ci si presentino come conosciuti, in modo che noi non ne siamo sopraffatti. Invero, se noi con l'imaginazione ascoltiamo il rumorìo sotterraneo, sentiamo l'oscillamento, proviamo l'impressione che la via s'alzi e s'abbassi, ed abbiamo presenti lo scricchiolare delle pareti, il cadere delle maniglie, il movimento dei mobili e dei quadri, il fermarsi dell'orologio, il cigolare o lo spalancarsi delle finestre, il ripiegarsi delle spranghe della porta e lo sbattere degli usci; se osserviamo con la mente l'onda che scorre per la foresta, come per un campo di grano, e ne porta via i rami, e la città avvolta nel polverìo, ed ascoltiamo il suono delle campane delle torri; se, inoltre, sensoriamente ci stanno dinanzi agli occhi ancora i fenomeni sotterranei, che per adesso sono ancora sconosciuti, in modo che sentiamo

avvicinarsi il terremoto come un carro lontano, fino a che le ondulazioni si fanno sentire sotto i nostri piedi, allora non ricerchiamo più l'esame del fenomeno. Che se ancora non sappiamo aggruppare con retta misura i fatti parziali senza determinate (matematiche) rappresentazioni sussidiarie o geometriche costruzioni, possono quest'ultime agevolare ancora solo a poco a poco i nostri pensieri, non potendolo fare tutto ad un tratto. Ma senza valore sarebbero queste rappresentazioni sussidiarie, se con queste non potessimo giungere a spiegarci i fatti sensoriali.

Se veggo presentarmisi al pensiero, come un ventaglio, un bianco fascio di luce, che cada su un prisma, con determinati angoli che io posso anticipatamente indicare, e poscia veggo che la imagine spettrale reale sussiste per l'interporsi di una lente innanzi allo schermo di proiezione, e quindi le linee di Fraunhofer in punti anticipatamente conosciuti; se con la mente osservo come essi si vadano cambiando, tosto che si fa girare il prisma, secondo che si muta la sostanza del prisma, secondo che il termometro applicatovi modifichi le sue indicazioni, allora io conosco tutto ciò che potevo desiderare di sapere. Tutte le rappresentazioni sussidiarie, le leggi, le formule sono soltanto la misura quantitativa della mia rappresentazione sensoriale. Questa è lo scopo, quelle sono i mezzi.

§ 5.

L'adattamento dei pensieri ai fatti è dunque lo scopo di tutto il lavoro delle scienze naturali. La scienza persegue qui solo a bella posta e coscientemente ciò che nella vita quotidiana si effettua di per sè, inconsciamente. Tostochè siamo capaci di auto-osservazione, troviamo che i nostri pensieri sono già variamente adattati ai fatti. I pensieri ci presentano gli elementi in gruppi simili come i fatti sensoriali. La determinata provvista, per dir così, de' nostri pensieri non basta per l'esperienza, che va sempre continuamente crescendo. Ogni nuovo fatto apporta con sè e continua l'attitudine all'adattamento, che si esplica poi nel processo del giudizio.

Questo fenomeno si può molto bene osservarlo nei bambini. Un bambino va per la prima volta dalla città in campagna; si trova per caso in mezzo ad una vasta pianura; si guarda intorno d'ogni parte e dice, meravigliato: « Noi siamo in una palla. Il mondo è una palla azzurra » (1). Qui noi abbiamo

(1) L'esempio qui arrecato non è un'invenzione, ma tale fenomeno ho osservato in una mia figliola di tre anni. In questo caso è constatato particolarmente un fatto fisiologico, che già prima era conosciuto. L'antica astronomia scientifica cominciò con tali ingenue concezioni, che essa considerava come fisiche.

due giudizi. Avviene ciò, essendo già essi formati? La súbita rappresentazione sensoriale « noi » (la compagnia che ci segue) è tosto compiuta in un'imagine con la rappresentazione, già esistente, di una sfera. Similmente nel secondo giudizio l'imagine del « mondo » (tutte le circostanze dell'ambiente) è compiuta con la sfera azzurra, chiusa in sè stessa (la cui rappresentazione anche prima doveva esistere, altrimente sarebbe mancato il nome).

Un giudizio si ha adunque sempre, supplendo un fatto sensoriale con una rappresentazione sensoriale di più piena esposizione. Se il giudizio è esprimibile con parole, consiste sempre in una connessione della nuova rappresentazione di imagini di ricordi ancor prima esistenti, che possono essere, secondo quanto s'è detto, espressi con parole.

Il processo del giudizio consiste adunque in un arricchimento, ampliamento, complemento di rappresentazioni sensoriali con altre sensoriali rappresentazioni sotto la guida de' fatti sensoriali. Se prima il processo e l'imagine diviene frequente, e si presenta come pronta rappresentazione alla coscienza, non abbiamo più da fare con alcun giudizio, ma piuttosto con un semplice ricordo (1). L'ingrandimento

(1) Non posso qui passare ad una ricerca sul processo del giudizio come tale. Posso però, fra i nuovi scritti comparsi su tale argomento, indicare quello di W. JERUSALEM (*Die Urtheilsfunction,* Wien, 1895). Senza battere la via

delle scienze naturali e della matematica dipende in grandissima parte dalla formazione di tali conoscenze intuitive, come le chiama Locke. Consideriamo, ad esempio, le seguenti proposizioni: « 1ª L'albero ha una radice; 2ª La rana non ha unghie; 3ª Dal bruco nasce la farfalla; 4ª Acido solforico diluito solve lo zinco; 5ª Sfregamento elettrizza il vetro; 6ª La corrente elettrica fa deviare l'ago magnetico; 7ª Il cubo ha sei superficie, otto spigoli solidi, dodici lati ». La prima proposizione contiene un'espansione spaziale della rappresentazione di pianta; la seconda, la correzione di una rappresentazione troppo avventatamente compiuta secondo l'abitudine; la terza, la quarta, la quinta e la sesta contengono rappresen-

---

seguita da quest'autore, dalla lettura del suo scritto, per le molte ricerche particolari, fui talvolta colpito e convinto. I fatti psicologici, specialmente la funzione biologica del giudizio, sono rappresentati molto vivacemente. Però difficilmente si potrà ammettere la concezione del subbietto come un centro di forze. Invece di buon grado si può convenire con lui quando afferma, che nei principî della coltura e della formazione del linguaggio le rappresentazioni antropomorfiche hanno esercitata una grande influenza. — Questioni affatto diverse tratta A. Stöhr nei suoi scritti (*Theorie der Namen,* 1889; *Die Vieldeutigkeit des Urtheils*, 1895; *Algebra der Grammatik*, 1898). Fra queste mi sembra che le più interessanti siano quelle riferentisi alla relazione della logica e della grammatica.

tazioni ampliate nel tempo; la settima dà un esempio della conoscenza intuitiva della geometria.

§ 6.

Conoscenze intuitive di tal genere s' imprimono nella memoria e si presentano come ricordi, che spontaneamente compiono i fatti sensoriali dati. I diversi fatti non si uguagliano perfettamente. Ma i varî casi di elementi comuni della rappresentazione sensoriale si rafforzano, e si giunge con ciò al principio della massima generalizzazione o della continuità nel ricordo. D'altra parte, il ricordo deve rispondere al principio della sufficiente differenziazione per essere adatta alla varietà dei fatti e, sovra tutto, utile.

Già l'animale, vedendo frutta mature, colorate vivacemente di rosso e giallo (e senza fatica distinguibili di sulla pianta), si ricorda del loro sapore dolce; vedendo quelle acerbe, ancora verdi (e però a stento distinguibili), si ricorda del loro sapore agro. La scimmia, che va a caccia d'insetti, ghermisce tutto ciò che ronza e vola, ma si guarda dalla mosca screziata di giallo e nero, dalla vespa. In questi esempi si mostra abbastanza chiara la tendenza alla massima *generalizzazione* e *continuità*, così come alla pratica *sufficiente differenziazione* dei ricordi. Ed ambedue le tendenze sono eccitate dallo stesso

mezzo: la separazione ed il risalto di quelli elementi della rappresentazione sensoriale, che sono importanti per il corso de' pensieri che si adatta all'esperienza. In modo affatto analogo procede il fisico quando egli, generalizzando, dice: « Tutti i corpi solidi trasparenti riflettono la luce che vien dall'aria a perpendicolo », e quando, specializzando, soggiunge: « Quelli tesserali cristallizzati ed amorfi, semplicemente; gli altri, doppiamente ».

§ 7.

Una buona parte dell'adattamento del pensiero avviene inconsciamente ed involontariamente con la guida de' fatti sensoriali. Che se questo adattamento è abbastanza ricco per corrispondere al gran numero dei fatti relativi, e noi poscia c'imbattiamo in un fatto che sta in forte contrasto con l'usuale corso de' nostri pensieri, senza che se ne possa distinguere il momento decisivo, il quale porterebbe ad una nuova differenziazione, si ha un problema. Il nuovo, l'insolito, il meraviglioso funge da stimolo, che trae su di sè l'attenzione. Fondamenti pratici o difettoso indirizzo dell'intelletto possono produrre la volontà di rimuovere la contraddizione, di un nuovo adattamento del pensiero. Così si ha il premeditato adattamento del pensiero, la ricerca.

Noi osserviamo, ad esempio, una volta che in un argano od in una ruota d'asse, contrariamente a quanto siam soliti osservare, un piccolo peso ne solleva uno grosso. Noi facciamo ricerche del momento differenziale, il quale non ci si può presentare immediatamente. Se noi, confrontando varî fatti simili, osserveremo il valore dei pesi e dei bracci dell'argano, e saliremo spontaneamente ai concetti astratti di *momento* o di *lavoro*, avremo risolto il problema. Il *momento* od il *lavoro* è l'elemento differenziante. Se la considerazione del momento o del lavoro entra nell'abitudine del pensiero, non sussiste più il problema.

§ 8.

Che cosa si fa, ora, astraendo? Che cosa è una *astrazione?* Che cosa è un *concetto?* Risponde al concetto un'imagine sensoriale della rappresentazione? Io non mi posso rappresentare un uomo in generale, almeno un uomo speciale, forse uno solo, il quale assommi le particolarità casuali di varî uomini, le quali però non si escludano a vicenda. Non si può imaginare un triangolo, in generale, che sia ad un tempo rettangolo ed equilatero. Ma una tale imagine, che si presenta col nome di concetto e che accompagna l'operazione intellettuale, non è ancora il concetto. Sovratutto una sola parola, che deve

essere impiegata necessariamente per indicare parecchie rappresentazioni parziali, non dà nessun concetto. Un bambino, che vede, per la prima volta, un cane nero e lo sente nominare, subito dopo chiama « cane » un grosso scarafaggio nero, che passi velocemente, e di poi parimente « cane » un maiale o una pecora (1). Talvolta una somiglianza, ricordante una rappresentazione, prima nominata, porta all'uso prossimo dello stesso nome. Non importa che il punto di somiglianza si trovi affatto lo stesso ne' casi successivi; esso si trova, ad esempio, una volta nel colore, tal'altra nel movimento, ancora nella figura, nelle vesti, ecc.; quindi non è da far parola ancora di « concetto ». Così, al caso, un bambino chiama capelli le penne dell'uccello, antenne le corna della vacca, la spazzola della barba, la barba del padre, ed il seme del dente di leone *(Leontodon taraxacum)* senza distinzione con lo stesso nome (2). La maggior parte degli uomini si serve solo più di rado di parole strane, insolite, perchè ne ha una grande quantità a sua disposizione. L'uomo comune chiama « quadrato » un rettangolo e talora anche il cubo (a causa degli spigoli rettangolari). La scienza del linguaggio ed i

(1) Così i Marcomanni chiamavano « cani » i leoni posti dai Romani sul Danubio, e gli Joni (*Herod.,* II, 69) chiamavano i « Champsä » del Nilo « coccodrilli », come le lucertole de' loro cespugli.

(2) Tutti questi esempi sono presi dall'osservazione.

suoi casi particolari, storicamente formati, mostrano che nessun popolo si comporta altramente (1).

Un concetto, adunque, non è particolarmente una *súbita* rappresentazione. Se adopero una parola per indicare un concetto, in esso v'ha un semplice impulso ad una usuale attività sensoriale, come resultato della quale si dà un elemento sensoriale (la caratteristica del concetto). Se io, ad esempio, penso al concetto di esagono, nella figura che mi sta dinanzi, o nella sua imagine che mi si presenta, conto gli angoli: se io giungo fino al sei, sì che o la voce o le cifre o le dita mi rappresentino il sensoriale contrassegno del numero, la rappresentazione data viene a cadere sotto il concetto dato. Se parlo del quadrato d'un numero, cerco di stabilire il numero relativo con l'operazione 5×5, 6×6, ecc., la cui caratteristica sensoriale (l'uguaglianza dei fattori) ci si presenta tosto. Ciò avviene per ogni concetto. L'attività, espressa dalla parola, può constare di parecchie operazioni: una può contenere l'altra. Il resultato è sempre un elemento sensoriale, che prima non era dato.

Io veggo un esagono, o me lo rappresento: io non ho bisogno d'aver presente il numero sei degli angoli. Esso risulta nella numerazione. Spesso il nuovo

(1) WITHNEY, *Leben und Wachsthum der Sprache,* Leipzig, 1876. Trad. ital. *(La vita e lo sviluppo del linguaggio)* di F. D'OVIDIO, Milano, Dumolard, 1876.

elemento sensoriale, come, ad esempio, in un triangolo, può essere così prossimo, che appare inutile l'operazione co' numeri: ma questi sono casi speciali, che talora ci conducono in errore quanto alla natura del concetto. Nelle sezioni coniche (ellisse, iperbole, parabola) non veggo che esse sono comprese sotto lo stesso concetto, ma lo riconosco con l'operazione della sezione del cono e con lo stabilire l'equazione.

Se usiamo, adunque, concetti astratti per un fatto, esso agisce su di noi come un semplice impulso ad una attività sensoriale, che dà nuovi elementi sensoriali, i quali possono corrispondentemente determinare l'ulteriore corso de' pensieri su' fatti. Con la nostra attività arricchiamo ed allarghiamo i fatti per noi troppo poveri. Noi facciamo quello stesso che fa il chimico con una soluzione incolora di sale, ottenendo con una determinata operazione un precipitato giallo o bruno. Il concetto del fisico è una determinata attività di reazioni, che arricchisce un fatto con un nuovo elemento sensoriale.

Per formare de' concetti bastano una scarsa sensorialità ed una ristretta movibilità. Ce lo dimostra la storia di Laura Bridgmann, cieca e sordo-muta, che fu divulgata in un piccolo, ma interessante scritto del Jerusalem (1). Essendo affatto priva del senso dell'odorato e limitata alla percezione delle oscillazioni

(1) W. Jerusalem, *Laura Bridgmann*, Wien, Pichler, '91.

e vibrazioni dei suoni, con la pianta del piede e della punta delle dita, per poco fatte sentire per la pelle, Laura potè giungere a formarsi de' concetti semplici. Girando o muovendo le mani, essa imparò i contrassegni tattili (caratteri delle specie) della porta, della seggiola, del coltello, ecc. Ma non arrivò molto avanti nelle astrazioni. I concetti più astratti, che essa potè acquistare, furono i numeri. In tutto essa potè giungere alla facoltà del pensiero naturale riguardo alle rappresentazioni speciali. Indizio ne sono il suo concetto dei problemi d'aritmetica di un libro scolastico come specialmente ad essi riferito (op. cit., pag. 25), il suo pensiero che il cielo (l'altra vita) sia una scuola, ecc. (op. cit., pag. 30).

§ 9.

Se noi guardiamo — per portar un esempio più vecchio, una leva, ci si presenta il pensiero di misurare i bracci, di valutare i pesi, di moltiplicare il numero della misura del braccio con quello del peso. Se in ambedue i prodotti risulta la *stessa* indicazione numerica, ci aspettiamo l'*equilibrio*. Abbiamo ottenuto così un nuovo elemento sensoriale, che prima non c'era dato nel fatto puro e che ora specializza il corso de' nostri pensieri. Se si ritiene ora giustamente che il pensiero astratto è un'attività di reazione, che vuol essere esercitata, s'intende

il noto fatto che niuno può apprendere la matematica o la fisica, o qualunque altra scienza naturale, per sola lettura, senza l'esercizio pratico. L'intendere dipende tutto dal fare. In nessun campo è possibile sollevarsi alle più alte astrazioni, senza aver famigliari le particolarità.

I fatti, adunque, sono ampliati ed arricchiti dalle speculazioni intellettive, ed infine nuovamente semplificati. Quindi se il nuovo elemento sensoriale decisivo (ad esempio, la misurazione del momento nella leva) è trovato, questo solo maggiormente si osserva, ed i più varî fatti per questo elemento si uguagliano o si distinguono. Come nelle conoscenze intuitive, adunque anche qui tutto si riduce a trovare, far risaltare, separare l'elemento sensoriale decisivo. La ricerca riesce per una via più lunga a ciò, che si presenta immediatamente alla conoscenza intuitiva.

Il chimico co' suoi reagenti, il fisico con misure, bilancie, galvanometro, ed il matematico si comportano, rispetto ai fatti, in un modo affatto eguale; soltanto che l'ultimo ha bisogno, allargandosi i fatti, di passare almeno oltre gli elementi $\alpha\beta\gamma ...$ KLM. Il suo sussidio egli l'ha sempre, e comodamente, fra mano. Anche il ricercatore, con tutto il suo pensiero, è solo una parte della natura, come ogni altra. Non vi ha alcuna particolare differenza fra questa ed un'altra qualsiasi parte della natura. Tutti gli elementi hanno lo stesso valore.

Con quanto s'è detto non si è trattata pienamente la natura dell'astrazione, se non la si considera (con Kant) come attenzione negativa. Già l'attenzione nell'astrazione si distoglie da molti elementi sensoriali, ma nuovi altri ne usa, e quest'ultimo è appunto il fatto essenziale. Ogni astrazione si fonda sul presentarsi di determinati elementi sensoriali.

§ 10.

Non modificando io qui la mia dimostrazione, data nel 1866, debbo ad un tempo accennare alle più larghe dichiarazioni fatte in uno scritto più recente (1). Quivi (nella seconda edizione del 1900) sono ricordati anche i lavori di H. Gomperz e del Ribot, pubblicati già dal 1897, che contengono ricerche, i cui risultati per certi rispetti s'accordano co' miei. Il Gomperz ed il Ribot, ambedue, traggono i concetti scientifici dalle loro ricerche e trattano semplicemente dei concetti volgari, come essi sono fissati nelle parole del comune linguaggio commerciale. Io, all'opposto, sono del parere che la natura dei concetti nei concetti scientifici, i quali sono formati e usati coscientemente, debba essere molto più chiara che quella de' concetti volgari. Quest'ultimi difficilmente,

(1) Mach, *Principî della teoria del calorico,* ecc. (*Principien,* ecc., cit., 2ª ed., 1900), pagg. 415, 422.

a causa della loro indeterminatezza, possono adattarsi a concetti speciali. Le parole della lingua volgare sono semplicemente famigliari contrassegni, che esprimono le più solite abitudini di pensare. Il contenuto astratto di queste parole, per quanto consista in più profonda forma, a stento viene a conoscenza, come ha constatato anche il Ribot nelle sue prove statistiche. Senza dubbio concorderei col Ribot e col Gomperz molto più di quel che non faccia, se essi avessero introdotto nella loro ricerca anche i concetti scientifici.

Come semplice esempio del concetto abbiamo indicato più sopra il momento statico. Concetti complicati esigono un sistema complicato di reazioni, che implicano una maggior o minor parte del sistema complicato di elementi sensoriali, caratterizzanti il concetto. Con tale principio nemmeno le difficoltà, opposte dal von Kries (1), riescono inesplicabili (cfr. pag. 87 sgg.).

§ 11.

Il fatto sensoriale è adunque il principio ed anche la mira cui tendono tutti gli adattamenti del pensiero del fisico. I pensieri, che seguono immediatamente i fatti sensoriali, sono i più famigliari,

(1) J. v. Kries, *Die materiellen Grundlagen der Bewusstseinserscheinungen,* Freiburg, i. Br., 1898.

i più *forti* e *chiari*. Dove non si può tosto seguire un nuovo fatto, si rivolgono i pensieri più forti e comuni, perchè divenga più ricco e determinato. Di qui dipende ogni ipotesi e speculazione di scienza naturale, la cui ragion d'essere consiste nell'adattamento de' pensieri, che le promuovono ed infine le produce. Così noi imaginiamo il pianeta come un corpo lanciato nello spazio; ci imaginiamo il corpo elettrico, fornito di un fluido attraente da lontano; ci imaginiamo il calore come una materia che trapassa da un corpo all'altro, fino a che, alla fine, i nuovi fatti ci riescono famigliari e *chiari* come quelli più vecchi, che noi avevamo usati come sussidio del nostro pensiero. Ma anche dove non si può parlare di immediata intelligibilità, i pensieri del fisico si formano in modo da mantenere, per quanto è possibile, il principio della *continuità* e della *sufficiente differenziazione* in un sistema, economicamente ordinato, di reazioni di concetti, che aprono almeno la via *più breve* alla loro loro intelligibilità. Tutti i calcoli, le costruzioni, ecc., sono soltanto i mezzi sussidiarî per giungere, passo passo, a tale intelligibilità e per fermarla su percezioni sensoriali, quando queste non si presentino immediatamente.

§ 12.

Consideriamo il prodotto dell'adattamento del pensiero. I pensieri si possono adattare soltanto a ciò che nei fatti è sovratutto persistente, e soltanto l'imitazione del persistente può recare un vantaggio economico. Qui consiste adunque l'ultimo fondamento della tendenza alla continuità del pensiero, cioè al mantenimento della massima persistenza, e con ciò restano intelligibili anche i prodotti dell'adattamento (1). Continuità, economia, persistenza si determinano vicendevolmente; esse sono peculiarmente soltanto varî lati di una stessa proprietà del pensare sano e retto.

§ 13.

Chiamiamo *sostanza* il persistente incondizionato. Io veggo un corpo, se vi rivolgo sopra lo sguardo. Io posso guardarlo senza toccarlo. Io lo posso tastare, senza vederlo. Sebbene, adunque, il presentarsi degli elementi del complesso sia congiunto a condizioni, io però ho sempre di molto fra mano per poterlo valutare e considerare. Io consi-

(1) Cfr. MACH, *La meccanica nel suo sviluppo* (*Die Mechanik in ihrer Entwicklung,* 1ª ed., 1883).

dero, ad esempio, il corpo, od il complesso degli elementi, od il nucleo di questo complesso come esistente, sia esso o no momentaneamente percepibile sensoriamente; or bene, avendo pronto il pensiero di questo complesso od il suo simbolo, il pensiero del nucleo, ho il vantaggio di prevedere il risultato e di evitare il danno della sorpresa. Io sto pertanto per gli elementi chimici, che mi si presentano come incondizionatamente persistenti. Sebbene qui non basti il mio volere per ridurre a fatti sensoriali i relativi complessi, sebbene qui siano necessari anche sussidî estrinseci, tuttavia faccio astrazione da questi mezzi, tosto che mi divengono famigliari e considero gli elementi chimici semplicemente come persistenti. Avviene un fatto analogo per chi crede agli atomi.

Similmente, come con il complesso di elementi che risponde ad un corpo, possiamo procedere ad un più alto grado dell'adattamento de' pensieri anche con tutti i campi di fatti. Se noi parliamo di elettricità, magnetismo, luce, calore, anche senza pensare ad una materia speciale, ascriviamo a questi campi di fatti, facendo di nuovo astrazione delle condizioni, per noi famigliari, del suo presentarsi, una persistenza, e teniamo pronti i pensieri che rappresentano i fenomeni, con lo stesso vantaggio che ne' casi sovra accennati. Se io dico che un corpo è « elettrico », ciò mi ridesta molti più ricordi e quindi esigo gruppi di fatti molto più determinati che

se io mi presento l'attrazione, manifestantesi nel caso particolare. Anche tale supposizione può avere i suoi danni. Anzitutto, per quanto così procediamo, battiamo sempre la stessa via, tracciata dalla storia. Ma può essere importante riconoscere, che non v'ha un fatto elettrico specifico; che ogni fatto di tal genere, ad esempio, può essere considerato come un fatto chimico o termico; o piuttosto che tutti i fatti fisici si compongono, alla fin fine, degli stessi elementi sensoriali (colori, pressioni, spazio, tempo); che con l'espressione « elettrico » ricordiamo soltanto una forma speciale, nella quale abbiamo da prima imparato a conoscere i fatti.

Se noi siamo soliti considerare come persistente il corpo sul quale e dal quale possiamo arbitrariamente rivolgere le mani e lo sguardo, ciò facciamo facilmente anche in casi ne' quali le condizioni della sensorialità non è più in nostro potere; ad esempio, quanto al sole ed alla luna, che noi non possiamo toccare, quanto alle parti del mondo, che una sola volta o forse giammai abbiam visto o vedremo, o che soltanto da descrizioni conosciamo. Sarebbe soltanto un conseguente passo più largo considerare come persistente tutto il passato, il quale ci è ancor presente nelle sue traccie (ad esempio, noi vediamo ora le stelle là dove esse erano secoli addietro) e tutto il futuro, che è già in germe (di qui a secoli, ad esempio, si vedrà il nostro sistema solare, dove lo vediamo ora noi).

Tutto il corso del tempo è connesso soltanto colle condizioni della nostra sensibilità. Anche questo passo si deve tentare con la conoscenza di uno speciale scopo.

§ 14.

Un'efficace, incondizionata persistenza *non esiste*, come appar chiaro da quanto siamo venuti dicendo. Noi vi perveniamo soltanto esaminandone le condizioni o trascurandole, o considerandole come sempre date, o facendo da quelle volontariamente astrazione. Rimane soltanto un genere di persistenza, che comprende tutti i casi possibili di persistenza, la *persistenza del collegamento* (o relazione). Anche la *sostanza*, la materia è un *quid* non incondizionatamente persistente. Ciò che noi chiamiamo *materia*, è una determinata, legittima connessione degli elementi (sensazioni). Le sensazioni de' varî sensi di un sol uomo, come le sensazioni di varî uomini, sono legittimamente fra loro dipendenti. In ciò sta la materia. Alla più vecchia generazione, particolarmente de' fisici e de' chimici, avrebbe fatto terrore il pensiero di non considerare la materia come un *quid* assolutamente persistente ed in sua vece considerare come persistente una fissa legge di unione degli elementi che in sè molto prestabiliti appaiono. Anche a' più giovani tale concetto riesce duro, ed io pure ho dovuto a

suo tempo durare una grande fatica per giungere a questa necessaria cognizione. Si dovrà ricorrere ad un così radicale mutamento del modo di pensare, se si vorrà cessare di porre tali questioni su fondamento sempre instabile e toglierci da tale perplessità.

Non si vuol dire con questo che si debba abolire il concetto volgare di materia per gli usi famigliari e pratici, da che per questo scopo istintivamente si è formato. Rimangono fermi altresì tutti i concetti fisici di misura; soltanto vanno soggetti ad una rettificazione critica, come io ho tentato di fare riguardo alla meccanica, al calore, all'elettricità, ecc. Quindi si presentano semplicemente concetti empirici in luogo di concetti metafisici. Ma nessun detrimento subisce la scienza se in luogo di un *quid* (materia) rigido, sterile, persistente, sconosciuto, si pone una legge persistente, che nelle sue particolarità è suscettibile di maggiori ampliamenti per mezzo delle ricerche fisico-fisiologiche. Con ciò non si vuol creare un nuovo sistema filosofico, nè metafisico, ma si vuol corrispondere all'attuale tendenza delle scienze positive ad unirsi insieme (1).

---

(1) MACH, *Principî della teoria del calorico*, ecc. (*Principien*, ecc., cit., 2ª ed., 1900), pag. 423 e seg.

§ 15.

Le proposizioni delle scienze naturali esprimono soltanto tali *persistenze della connessione*: « Dal girino nasce la rana. Il cloruro di sodio si presenta in forma di cubi. La luce si propaga in linea retta. I corpi cadono con l'acceleramento di

$$9{,}81 \left(\frac{m}{sec^2}\right) ».$$

Chiamiamo *leggi* l'espressione astratta di queste persistenze. La *forza* (in senso meccanico) è anche essa soltanto una persistenza della connessione. Se io dico: un corpo A esercita una forza su B, ciò vuol dire che B dimostra un determinato acceleramento rispetto ad A, tosto che esso a questo si contrappone.

È facile rimuovere l'illusione particolare che la materia A sia come un portatore *assolutamente persistente* della forza, la quale è efficace tosto che B si contrappone ad A. Se poniamo noi stessi o alcuni dei nostri determinati organi sensoriali in luogo di B, noi facciamo astrazione da questa *condizione* sempre a noi accessibile, ed A ci apparisce come assolutamente persistente. Così un ferro magnetico, che noi vediamo sempre, per quante volte l'osserviamo, ci sembra come il persistente portatore della forza magnetica, che è attiva tosto che *si ponga vicino* un

piccolo pezzo di ferro, nè possiamo da ciò far astrazione senza avvedercene come da noi stessi (1). Le frasi: « nessuna materia senza forza; nessuna forza senza materia », che tentano di togliere una contraddizione, che di per sè si manifesta, sono inutili quando si ammettano soltanto persistenze di collegamenti.

§ 16.

Accanto alla sufficiente persistenza del nostro ambiente si sviluppa una corrispondente persistenza del pensiero. Per questa persistenza essi tendono a reintegrare i fatti non perfettamente osservati. Questo istinto di reintegrazione non emerge dalla osservazione di fatti particolari, non è prodotto senza scopo:

(1) Il bambino considera come sostanziale tutto ciò che può percepire soltanto co' suoi sensi. Il bambino domanda: « Dove va l'ombra?, dove la luce che s'è spenta? ». Non si vuol lasciar troppo girare la macchina elettrica, per non esaurire la sua provvista di scintille. Un bambino, di non ancor un anno, vorrebbe seguire i suoni che escono dalle labbra del padre, che fischia una canzonetta. Il desiderio di prendere le imagini colorate, persistenti d'una luce chiara si presenta anche ne' bambini di età più grande, ecc. — Ma tosto che osserviamo fuori di noi le condizioni di un fatto, tosto si perde l'impressione della sostanzialità. Molto istruttiva a tale riguardo è la storia della teoria del calorico.

noi lo troviamo — indipendentemente dalla nostra cooperazione — in noi stessi. Esso ci sovrasta come una forza estranea, che s' accompagna sempre e ci aiuta, e ci serve per compiere i fatti. Sebbene esso si sviluppi con l'esperienza, v'ha in lui più che non nelle singole esperienze. L' istinto arricchisce certamente i singoli fatti. Per lui questi si presentano a noi sempre maggiori. Con tali istinti noi abbiamo nel campo visivo un tratto di natura certo più grande di quello che abbia l'inesperto soltanto co' suoi fatti particolari. L' uomo, quindi, co' suoi pensieri e co' suoi istinti, è pur esso una parte della natura, che ricorre ai fatti speciali. Questo istinto però non pretende d'essere infallibile e nemmeno è per i fatti necessario ch'essi a quello rispondano. La nostra fiducia per esso sta soltanto nella ipotesi dell'adattamento sufficiente, in più modi provato, de' nostri pensieri, ma che però dev'essere ogni momento apparecchiato a qualsiasi disinganno.

Non tutti i nostri pensieri, che imitano i fatti, hanno uguale persistenza. Sempre e dovunque, dove noi abbiamo uno speciale interesse all'imitazione dei fatti, vi siamo attratti a raffermare e rafforzare i pensieri di più ristretta persistenza per mezzo di quelli di persistenza più grande, o senz'altro a sostituire quelli con questi. Così Newton considera il pianeta come un corpo lanciato nello spazio, sebbene fossero già note le leggi di Keplero, e la marea come un prodotto della luna, sebbene il suo processo

fosse già da lungo tempo scoperto. Il succhiare, l'assorbire del sifone noi crediamo di intenderlo, se pensiamo alla pressione dell'aria che tien ferma la connessione delle particelle. Similmente noi tentiamo di stabilire come fenomeni meccanici i fenomeni elettrici, ottici, termici. Questa necessità di sostenere pensieri più deboli con altri più forti è detta anche necessità di causalità ed è il fondamento precipuo di tutte le spiegazioni delle scienze naturali. Come fondamenti naturalmente apportiamo i pensieri più fortemente e meglio sperimentati, i quali ci mettono sott'occhio le nostre funzioni meccaniche spesso usate e che possiamo sperimentare di nuovo ad ogni momento, senza bisogno di molti mezzi. Di qui la prevalenza delle dimostrazioni meccaniche, particolarmente di quelle che si fondano sulla pressione e sull'urto. Autorità ancor maggiore corrispondentemente ne viene ai principî matematici, per la cui dimostrazione abbiamo bisogno del minimo numero di esterni sussidî, e per i quali piuttosto con noi stessi in gran parte portiamo il materiale di esperimento. Se lo si conosce una volta, svanisce ad un tempo il bisogno di dimostrazioni meccaniche (1).

(1) Esperienze fisiche, estranee alla meccanica, si possono avvicinare in valore alle meccaniche, quanto più esse sono comuni. Stricker, a mio credere, ha toccato un punto giusto ed importante, portando in relazione col vo-

Ho già a più riprese dichiarato che con una così detta spiegazione causale si viene a constatare (o descrivere) anche soltanto un fatto, una connessione reale, e potrei senz'altro richiamarmi alle più ampie spiegazioni date nella *Teoria del calorico* o nelle *Letture popolari.* Ma dacchè chi vien per ultimo crede sempre di aver concetti più larghi e profondi, ammettendo una fondamentale differenza fra una descrizione scientifico-naturale, ad esempio, di uno sviluppo embrionale, ed una dimostrazione fisica, debbo dire qualche altra cosa. Se noi descriviamo il crescere d'una pianta, osserviamo tante e tanto varie circostanze, che vanno variando caso per caso, che la nostra descrizione al più si può in generale limitare alle linee più comuni, ma che nelle più minute particolarità possono valere soltanto per i casi individuali. Lo stesso avviene ne' casi fisici con

---

lere la causalità (*Studien über die Association der Vorstellungen,* Wien, 1883). Io stesso nel 1861, ancor giovane docente (nell'esposizione del metodo differenziale del Mill), ho sostenuta l'opinione espressa più tardi dallo Stricker con grande vivacità e parzialità. Tal pensiero non m'ha ancor lasciato affatto (cfr. *La meccanica,* ecc., pagine 78, 282, 456, Leipzig, 1883). Ma ora, come lo dimostrano le idee qui sopra esposte, sono ancor del parere che questa quistione non sia così semplice, e debba essere trattata sotto parecchi aspetti. Cfr. *Teoria del calorico,* ecc., cit. (*Wärmelehre,* ecc., cit.), 2ª ed., pag. 432, a. 1900.

circostanze più complicate; soltanto quest'ultime sono in generale più semplicemente e meglio conosciute. Pertanto meglio *sperimentalmente* ed anche *intellettualmente* (per astrazione) possiamo distinguere le circostanze, e possiamo facilmente schematizzare. Descrivere il movimento de' pianeti era per l'antica astronomia un problema analogo alla descrizione dello sviluppo di una pianta per un botanico de' nostri giorni. La scoperta delle leggi di Keplero dipende da una fortunata, rozza *schematizzazione*. Se noi consideriamo un pianeta, tanto più individuale è il suo movimento, quanto meno esso segue le leggi di Keplero. Ben considerando, ogni pianeta si muove diversamente e lo stesso pianeta in varî tempi fa varî movimenti. Se pertanto Newton « spiega causalmente » i movimenti dei pianeti, stabilendo che una molecola m abbia l'acceleramento $\varphi = \frac{km'}{r^2}$ per un'altra molecola m' e che s'assommino geometricamente gli acceleramenti di varie molecole determinati al primo, si constatano di nuovo o si *descrivono* soltanto *fatti*, i quali sono dati dall'osservazione (se anche si allunga la via nella ricerca).

Consideriamo ciò che avviene. Tosto sono *distinte* le *circostanze* relative al movimento dei pianeti (le singole particelle e le loro distanze). Il comportarsi di due particelle della massa è *molto semplice* e crediamo di conoscere tutte le circostanze (massa e distanza) che lo determinano. Noi accet-

tiamo la descrizione che è stata riconosciuta giusta per taluni pochi casi, anche come retta in generale oltre i confini dell'esperienza, non curando alcuna perturbazione per una sconosciuta circostanza estranea, dove potremmo ingannarci affatto se si volesse ammettere, ad esempio, la gravitazione come trasmessa nel tempo per un *medium*. Parimente semplice è la modificazione del comportarsi loro, se a due particelle se n'aggiunge una terza, ed a questa una quarta, ecc., come fu indicato. La descrizione di un caso individuale non è adunque affatto la descrizione di Newton; essa è una *descrizione negli elementi*. Descrivendo Newton come gli elementi di massa si comportano negli elementi di tempo, ci dà l'agio di ritrarre la descrizione di un determinato caso individuale dagli elementi secondo un modello. Così avviene per gli altri casi, sui quali domina la fisica teoretica. Ciò non muta nulla riguardo alla natura della descrizione. Si tratta di una descrizione generale negli elementi. Se bastasse presentare i fenomeni con le equazioni differenziali, come io ho fatto già da molto tempo (*Mechanik*, ecc., 1883; 4ª ed., 1901, pag. 530) e come si va sempre più comunemente ammettendo, realmente il riconoscimento della dimostrazione non sarebbe che una descrizione negli elementi. Ogni caso speciale si compone di elementi spaziali e temporali, ne' quali il processo fisico è descritto dalle equazioni.

§ 17.

Si disse già più sopra che l'uomo stesso è una parte della natura. Si potrebbe dichiararlo con un esempio. Una materia per il chimico può essere abbastanza caratterizzata soltanto per le sensazioni. Quindi il chimico stesso provvede con mezzo interno tutta l'abbondanza de' fatti necessaria alla determinazione del corso del pensiero. Ma in altri casi è necessario tentare le reazioni con l'aiuto di mezzi esterni. Se una corrente avvolge un ago magnetico che si trova nel suo piano, il polo nord dell'ago passa alla mia sinistra tosto che io mi suppongo nella corrente come un nuotatore d'Ampère. Io arricchisco il fatto (corrente ed ago), che di per sè non determina abbastanza il corso del pensiero, introducendovi me stesso (per una interna reazione). Se pongo un orologio tascabile nel piano del giro della corrente, in modo che l'indice segua il movimento della corrente, il polo sud sta sopra il quadrante, il polo nord sta dietro. Se io nel giro della corrente pongo un orologio a sole, secondo il quale (1) è stato formato l'orologio tascabile, sì che l'ombra

(1) L'orologio nel senso del giro dell'indice mostra in sè la sua dipendenza dall'orologio solare e dalla sua invenzione nell'emisfero settentrionale.

segua la corrente, il polo nord si volge dalla parte ombreggiata del piano della corrente. Ambedue quest'ultime reazioni sono esteriori. Ambedue i generi si possono ad un tempo usare soltanto se fra me ed il mondo non vi ha alcun abisso. *La natura è un tutto.* Per nulla infirma tale opinione il fatto che non in tutti i casi sono conosciuti ambedue i generi di reazioni e che in taluni casi l'osservatore appare senza influenza.

Le posizioni a destra ed a sinistra egualmente a noi si presentano in contrasto con l'avanti e l'indietro, col sopra ed il sotto. Essi sono certamente soltanto diverse sensazioni, che sono soffocate da altre uguali più forti. Lo spazio della sensazione ha adunque chiaramente tre direzioni di varia natura. Nel rispetto della misura tutte le direzioni uguali a quelle dello spazio geometrico. Ma le imagini simmetriche, che l'immediata sensazione ci presenta come equivalenti, non sono tali nel rispetto fisico. Anche lo spazio fisico ha tre direzioni di natura diversa, che si presentano quanto mai chiaramente in un mezzo triclino nel comportarsi di un elemento elettromagnetico. Le stesse proprietà fisiche si presentano anche nel nostro corpo; di qui la possibilità di usarle come reagenti nelle questioni fisiche. La compiuta conoscenza fisiologica di un elemento del nostro corpo sarebbe ad un tempo un fondamento essenziale della nostra conoscenza fisica del mondo. Cfr. pag. 122.

§ 18.

L'unità del fatto fisico e psichico, più volte ricordata, ci serve ancor per una ragione speciale. La nostra vita psichica, per quanto noi sottintendiamo le rappresentazioni, ci appare affatto indipendente dal fenomeno fisico; per così dire, un mondo a sè, con libere leggi, con leggi d'altra natura. Ma ciò è solo un'apparenza, che proviene dal fatto che sempre nelle rappresentazioni vive soltanto una piccolissima parte delle traccie dei fenomeni fisici. Le circostanze, che determinano questa parte, sono cotanto complicate che non possiamo dare alcuna regola determinata del loro prodursi. Per determinare quali pensieri, ad esempio, un fisico debba annettere osservando un determinato fatto ottico, si noti che egli dovrà conoscere i fenomeni de' suoi primi giorni, la forza dell'impressione, da quelli lasciata, i fatti dello sviluppo della coltura generale e tecnica, che vi hanno avuto influenza; infine dovrà essere in grado di valutare l'opinioni del suo tempo. Da ciò tutta la fisica, nel più largo senso, sarebbe necessaria ed anche come scienza sussidiaria ad un inaccessibile grado di sviluppo (1).

(1) Così adunque, pur pregiando come ideale una psicologia puramente fisiologica, mi parrebbe ancora come er-

Consideriamo ora l'opposto. Un fatto f i s i c o, che proviamo per la prima volta, ci riesce estraneo. Se esso procedesse in modo affatto diverso da quello col quale si è presentato, non ci apparirebbe per questo più strano. Il suo sviluppo in sè non ci si presenta per nulla determinato o determinato almeno almeno sotto un solo aspetto. Donde lo sviluppo di un fatto tragga il carattere della compiuta determinazione, si può intendere soltanto con lo sviluppo psichico. Per la vita delle rappresentazioni il fatto anzitutto esce dal suo isolamento, viene a contatto con un gran numero di altri fatti ed acquista determinatezza, concordandosi con quest'ultimi e togliendo le contraddizioni. La psicologia è un sussidio della fisica. Ambedue i campi si sostengono scambievolmente e, fondendosi, formano una scienza compiuta. La questione di obbietto e di subbietto (nel senso comune) più non ha ragion d'essere, dato il nostro punto di vista. La questione dell'imitazione dei fatti per mezzo delle rappresentazioni in modo più o meno deciso è una questione di scienza naturale, come ogni altra.

---

rato rifiutare del tutto la così detta psicologia « introspettiva », poichè la auto-osservazione non solo è un mezzo molto efficace, ma, in molti casi, l'unico per giungere ad una conclusione su' fatti fondamentali.

§ 19.

Se in un complesso di elementi alcuni sono suppliti con altri, una persistenza di collegamento trapassa in un'altra persistenza. Sarebbe pertanto desiderabile ritrovare una persistenza che sopravvivesse a questo scambio. J. R. Mayer ha sovratutto sentito questo bisogno e si contenta ponendo il suo concetto di « forza », che corrisponde al concetto di *lavoro* (Poncelet) dei meccanici, o, più decisamente, al concetto generale di *energia* (Th. Young). Egli pone questa forza (o energia) come qualche cosa di assolutamente persistente (come una provvista o materia) e risale sino ai pensieri più fermi ed evidenti. Dalla lotta con l'espressione con le generiche frasi filosofiche (nella 1ª e 2ª dissertazione del Mayer) deduciamo che involontariamente ed istintivamente a lui anzitutto presentavasi il grave bisogno di un tale concetto. Ma egli ottenne così grande effetto anzitutto per ciò che egli ha adattato ai fatti ed al suo bisogno i concetti fisici preesistenti (1).

---

(1) Cfr. MACH, *Principî della teoria del calorico* (*Principien* cit.), 2ª ed., 1900.

§ 20.

Con sufficiente adattamento sono compiuti i fatti spontaneamente rappresentati dal pensiero ed i fatti determinati. La fisica può influire solo come una norma quantitativa e foggiare determinatamente i pensieri, che si presentano spontaneamente, corrispondentemente al bisogno pratico o scientifico. Se veggo lanciare un corpo in senso orizzontale, mi si può presentare chiara l'imagine del movimento di lancio. Per gli artiglieri od i fisici questo non basta più. Essi debbono sapere, ad esempio, che se, ponendo M come misura delle ascisse orizzontali della traiettoria, possono contare 1, 2, 3, 4..., ponendo M' come misura delle ordinate verticali, debbono ad un tempo contare 1, 4, 9, 16... per toccare un punto della traiettoria. La funzione del fisico, adunque, è di insegnare che un fatto, il quale dà ad una determinata reazione R un contrassegno E della sensazione, ad un tempo mostra ancora ad un'altra reazione R' un altro contrassegno E'. Quindi riesce possibile il determinato complemento di un fatto parzialmente dato.

Ed ha avuto particolare successo l'introduzione nella fisica delle così dette misure assolute, in generale confrontabili; la riduzione di tutte le misure fisiche a tre unità: centimetro, grammo, secondo (lunghezza,

massa, tempo). Del resto, di rincontro alle sensazioni subbiettive si propende a considerare come « obbiettivo » e « reale » ciò che è fisicamente sensibile e misurabile, ciò che si può comunemente constatare (1). Questo pensiero contiene visibilmente un fondamento, una motivazione psicologica (se anche non logica) per la misura assoluta. Così si viene a considerare come se ciò che noi in senso conosciuto chiamiamo sensazione, nella fisica fosse qualche cosa di superfluo. Se noi ben consideriamo, il sistema delle unità di misura si può ancor più semplificare. Quindi il numero della misura della massa è data da una relazione di acceleramento, e la misura di tempo si riduce ad una misura angolare od all'ampiezza di un arco. Pertanto le misure di lunghezza sono il fondamento di tutte le altre misure. Però non misuriamo lo spazio puro; abbiamo bisogno di una misura sensibile per tentare di nuovo tutto il sistema di svariate sensazioni. Soltanto rappresentazioni sensoriali e chiare possono arrivare a dare le equazioni della fisica, e in queste appunto sta la loro interpretazione. Sebbene adunque le equazioni contengano soltanto misure parziali, esse sole però sono anche il principio ordinativo che ci dichiara da quali elementi nella serie degli elementi sensoriali dobbiamo trarre la nostra imagine del mondo.

(1) Infatti si eliminano così le individuali accidentalità.

§ 21.

Fu esposto altrove (1) che le proposizioni quantitative si distinguono dalle qualitative solo per questo, che quelle si riferiscono ad un *continuum* di casi tutti dello stesso genere. Quindi sarebbero utilmente da applicare le equazioni alla descrizione solo in un campo ben delimitato. Si può quindi sperare di allargare in seguito questo campo indeterminatamente; e poscia nella specie seguente. Le sensazioni possibili (ottiche) possono essere caratterizzate, se pur anche non misurate, secondo i metodi psico-fisici, con numeri e quasi catalogate. Talora un fenomeno (ottico) può essere descritto, rappresentandosi con equazioni i valori delle caratteristiche numeriche come dipendenti dalle coordinate spaziali e temporali e fra di loro. Similmente si può considerare utile nel principio anche in altri campi sensoriali. L'espressione usata a pagine 55-56 ha adunque un senso decisamente chiaro.

§ 22.

Il còmpito delle scienze naturali o della fisica, in più largo senso, è la constatazione della dipendenza

(1) Cfr. Mach, *Teoria del calorico* (*Wärmelehre* cit.), pagg. 408, 459.

degli elementi ABC... fra di loro, con astrazione di KLM. Ma in realtà ABC... sono dipendenti anche da KLM. Sussistono sempre equazioni della forma $f(A, B, C \ldots K, L, M \ldots) = o$. Partecipando ora molto varî osservatori KLM..., $K'L'M'$..., $K''L''M''$, avviene che si elimina il casuale influsso delle variazioni di KLM... e di constatare soltanto ciò che si può comunemente constatare, la pura dipendenza degli elementi ABC... fra loro. Quindi si comportano gli elementi KLM..., $K'L'M'$... come apparecchi fisici, dalla cui particolarità, speciali costanti, ecc., debbono essere libere le manifestazioni, i fenomeni. Ma la cosa è ancor più semplice se si tratta soltanto della connessione di una reazione quantitativa con altre reazioni quantitative, come nell'esempio sopra citato della dinamica. Tutto pertanto si riduce alla constatazione dell'uguaglianza o identità di ABC..., date uguali circostanze (dati uguali KLM...), particolarmente alla constatazione delle identità spaziali. Il genere delle qualità delle sensazioni pertanto non ha valore; ha valore invece soltanto la loro uguaglianza. Uno speciale individuo ha la potenza di fermare le dipendenze che hanno valore per ogni individuo. Si ha così una base sicura per tutto il campo della ricerca. Anche per la psico-fisiologia ciò apporta utilità.

§ 23.

Lo spazio del geometra non è affatto il semplice sistema delle sensazioni spaziali (senso della vista e del tatto), ma piuttosto consiste di una quantità di esperienze fisiche, che si connettono alle sensazioni spaziali. Il geometra, considerando il suo spazio come di uguale natura in tutti i punti ed in tutte le direzioni, trapassa di molto lo spazio dato dal senso del tatto o della vista, che non ha affatto questa proprietà semplice (pagg. 192 e seg., 207 e seg.). Senza esperimenti fisici nulla egli otterrebbe. I principî fondamentali della geometria si ottengono anche in realtà solo con esperienze fisiche, determinando le dimensioni e le aperture d'angoli, col confronto dei corpi rigidi fra loro. Senza principî di congruenza non v'ha geometria. Astraendo da ciò che imagini spaziali non possono essere date senza esperimenti fisici, non saremmo in grado di porle a confronto per provare la loro congruenza.

Se noi abbiamo bisogno di rappresentarci un triangolo equilatero con angoli uguali alla base, ciò dipende dal ricordo di sicure esperienze. Se dipendesse il principio dalla « pura intuizione », non avremmo bisogno di apprenderlo. Il fatto che nelle imaginazioni puramente geometriche si possono fare,

come avviene ogni giorno, delle scoperte, indica soltanto che anche il ricordo d'una esperienza può portare alla coscienza un momento che da prima era rimasto inosservato, appunto come nell'imagine persistente d'un raggio chiaro si possono osservare anche nuove particolarità. La stessa aritmetica deve essere considerata in simile guisa. Anche i suoi principî fondamentali non possono essere affatto indipendenti dall'esperienza.

Ciò che ci convince nella geometria (ed in tutta la matematica) non dipende da ciò che i suoi precetti si acquistano con un genere affatto speciale di conoscenza, ma solo da ciò che il suo materiale d'esperienza a noi è in modo particolare facile e comodo, e tale che potè in particolar modo esser provato spesso, e può essere ad ogni momento di nuovo provato. Anche il campo dell'esperienza spaziale è molto più determinato che quello dell'esperienza in generale. Tosto acquista predominio la convinzione che la prima si è completata essenzialmente, e genera di necessità fiducia (1).

---

(1) Cfr. MACH, *Teoria del calorico* (*Wärmelehre* cit.), pag. 455; MEINONG, *Hume-Studien,* Wien, 1877; ZINDLER, *Beitr. z. Theorie d. mathem. Erkenntniss,* Wien, 1889.

§ 24.

Una fiducia simile a quella del geometra ha senza dubbio il compositore di musica, che ha acquistato ricca esperienza con le sensazioni di suono, ed il decoratore con quello dei colori. All'uno niuna imagine spaziale giungerà, i cui elementi a lui non siano già ben noti, agli altri due non si presenterà nessuna nuova combinazione dei suoni o dei colori. Ma il geometra, ancor principiante, senza pratica, non è meno sopraffatto e deluso nel resultato della sua attività, di quello che sia il giovane musico od il giovane decoratore.

Il matematico, il compositore, il decoratore ed il naturalista, che si danno alla speculazione, non ostante la diversità della materia e dello scopo esercitano la loro attività in modo affatto analogo. Però il primo, in causa della massima determinatezza della materia, rispetto a tutti si trova in vantaggio riguardo alla sicurezza del suo procedere, l'ultimo, invece, in svantaggio rispetto a tutti.

§ 25.

La differenza fra spazio fisiologico e geometrico si presenta come necessaria. Ma, ottenendosi il concetto geometrico col confronto spaziale de' corpi fra

di loro, non può essere trascurato il tempo, dacchè è impossibile far astrazione del trasporto dei corpi. Spazio e tempo stanno in intima connessione e si mostrano relativamente indipendenti dagli altri elementi fisici. Ciò si manifesta nel movimento dei corpi con la sua solita relativa costanza nelle altre particolarità. Solo per ciò è possibile che esista una geometria, foronomia e meccanica pura.

Se noi ben consideriamo, tempo e spazio si presentano in rapporto alla fisiologia come specie particolari di sensazioni, rispetto alla fisica come funzionali dipendenze degli elementi, caratterizzati dalle sensazioni, fra di loro. Confrontando gl'indici spaziali e temporali, che sono determinati da parti e fenomeni del nostro corpo, fra di loro in eguali circostanze fisiologiche, si danno le dipendenze degli elementi fisici fra loro (dipendenza degli elementi di un corpo da quelli d'un altro; dipendenza degli elementi di un fenomeno da quelli d'un altro). Fondandosi su tale esame, si possono ammettere determinazioni spaziali e temporali soltanto nel riguardo fisico. Egli è, quanto al tempo, precedente, ciò che è connesso con la piccola parte di un fenomeno procedente in un solo senso. Nello spazio omogeneamente riempito il punto B è più vicino di un altro al punto A se B è eccitato dal fenomeno, proveniente da A, prima di quell'altro. La retta è la somma della posizione determinata e d'una sola specie di due punti (corpi infinitamente piccoli) nel

rispetto fisico. Il punto *C* è il punto di mezzo della retta *AB* se esso è in eg u a l t e m p o eccitato nello spazio omogeneo dai fenomeni provenienti da *A* e *B*, ed in tempo p i ù b r e v e che ogni altro che partecipi con lui di quella prima proprietà.

§ 26.

Il tempo del fisico non coincide col sistema delle s e n s a z i o n i d i t e m p o. Se il fisico vuol determinare un tempo, come misura pone fenomeni i d e n t i c i o s u p p o s t i c o m e i d e n t i c i, o oscillazioni pendolari, o rotazione della terra, ecc. Il fatto connesso con la sensazione di tempo dipende adunque da una reazione, e la sua conseguenza, il n u m e r o, cui si arriva, serve pertanto, i n v e c e della s e n s a z i o n e d i t e m p o, per una più esatta determinazione del corso del pensiero. Infatto noi non rivolgiamo il nostro pensiero ai fenomeni del calore secondo le s e n s a z i o n i di calore, che ci dà il nostro corpo, ma secondo quelle più determinate che ci presenta la r e a z i o n e d e l t e r m o m e t r o con la l e t t u r a del punto, cui sale il mercurio. Comunemente, in luogo della sensazione di tempo, è data una sensazione di spazio (angolo di rotazione della terra, la via seguìta dall'indice in un quadrante d'orologio) e per quest'ultima di nuovo è posto un numero. Se si rappresenta, ad esempio, l'eccedenza della tempera-

tura di un corpo freddo sull'ambiente con $\vartheta = \Theta e^{-kt}$, t è quel numero.

La relazione, nella quale stanno le grandezze di una equazione, è comunemente (analiticamente) più generale che quella che si vuol rappresentare con l'equazione. Così nell'equazione $\left(\frac{x}{a}\right)^2 + \left(\frac{y}{b}\right)^2 = 1$ abbiamo tutti i valori determinati di x, in senso analitico, e ne conseguono i relativi valori di y. Se però ci serviamo di questa equazione per rappresentare un'ellisse, abbiamo soltanto i valori di $x < a$ e di $y < b$ in un (reale) senso geometrico.

Similmente si potrebbe chiaramente aggiungere, se non ci fosse già chiaro, che l'equazione $\vartheta = \Theta e^{-kt}$ rappresenta il fenomeno soltanto per valori crescenti di t.

Se noi pensiamo allo sviluppo di varî fatti, ad esempio il raffreddarsi di un corpo, la caduta libera di un altro, rappresentati per tali equazioni, che contengono il tempo, se ne potrebbe eliminare il tempo e quindi sarebbe determinata l'eccedenza della temperatura dallo spazio della caduta. Gli elementi si rappresentano semplicemente come dipendenti fra loro. Ma si dovrebbe seguire più da presso il senso di una tale equazione, aggiungendo che si possono sostituire fra loro soltanto crescenti spazi di caduta o gradi di temperatura sempre più diminuenti.

Se noi pensiamo determinate l'eccedenze di temperatura con lo spazio di caduta, la dipendenza non

si presenta immediatamente. In ciò m' accordo col Petzoldt (1). Ma non è punto immediata la dipendenza, se noi poniamo determinata l'eccedenza di temperatura con l' angolo di rotazione della terra. Quindi niuno crederà che ancor gli stessi gradi di temperatura possano coincidere con i valori angolari, se la terra muta per un urto la sua velocità di rotazione. Da tali considerazioni mi pare che ne consegua che quanto noi ammettiamo è provvisorio, dipendendo dalla nostra parziale ignoranza di variabili certamente decisive, a noi inaccessibili ed indipendenti. Soltanto così vorrei che a suo tempo fosse intesa il mio accenno ad una indeterminatezza (2). Quest'idea è altresì molto compatibile con l'ammissione di determinazioni uniche, e che si trova sempre con la supposizione di determinate circostanze e con l'astrazione di mutamenti insoliti ed inaspettati. Questa concezione è, secondo il mio parere, necessaria, se si pensa che la distinzione di dipendenze simultanee e successive, riconosciuta dal Petzoldt, vale molto per la rappresentazione intuitiva, ma nulla per le equazioni, che, per le prime, sono la norma quantitativa. Quest' ultime possono essere

(1) Petzoldt, *Das Gesetz der Eindeutigkeit,* nella *Vierteljahrschrift f. wissenschaftl. Philosophie,* XIX, pag. 146 e seguenti.

(2) E. Mach, *Conservazione del lavoro* (*Erhaltung der Arbeit* cit.). Prag, 1872.

soltanto d'una sola specie, esprimere soltanto dipendenze simultanee. L'indeterminismo in senso comune, come l'adozione di una libertà di volere nel senso di taluni filosofi e teologi, è affatto fuori delle mie idee.

Il tempo non è invertibile. Un corpo caldo in un ambiente freddo si raffredda, non si riscalda. Con grandi (posteriori) sensazioni di tempo sono congiunte soltanto piccole variazioni di temperatura. Una casa in fiamme si riduce in cenere e non si fabbrica. Le piante non si espandono rimpicciolendosi dentro terra, ma spuntano fuori ingrossandosi. Il fatto della non invertibilità del tempo si riduce a questo, che i mutamenti di valore delle grandezze fisiche si trovano in un determinato senso. Soltanto una di ambedue le possibilità analitiche è reale. Nè qui abbiam da vedere un problema metafisico.

Mutamenti possono essere determinati soltanto per differenze. Nell'indistinto non v'ha alcuna determinazione. Il mutamento apportato può aumentare o diminuire le differenze. Ma se le differenze hanno la tendenza di aumentare, il mutamento cadrebbe nell'indefinito, senza scopo. Con l'imagine comune del mondo, o piuttosto con quello del nostro delimitato ambiente, si può ammettere soltanto una tendenza, che, in generale, va diminuendo le differenze. Sovra tutto nulla più potrebbe succedere se non fossero penetrate da circostanze esterne, determinanti delle differenze.

Noi potremmo altresì, col Petzold, conchiudere, dalla nostra speciale esistenza, dalla nostra stabilità materiale e spirituale, che esiste la stabilità, un'unica determinazione ed indirizzo dei fenomeni nella natura. Quindi non soltanto noi siamo una parte della natura (cfr. più sopra pag. 391), ma anche le così dette proprietà nel nostro ambiente determinano il nostro pensiero, la nostra esistenza (cfr. MACH, *Letture scientifiche popolari* cit., pag. 162 sg., Torino, Bocca, 1900). Ma ciò non ha troppo solide basi, dacchè gli organismi sono una parte speciale della natura, di una stabilità molto più limitata e misurata, la quale, infatti, è soggetta anche a rovina e per la cui conservazione, d'altra parte, basta soltanto una determinata stabilità dell'ambiente. Sarebbe pertanto quanto mai utile conoscere i limiti del nostro sapere che dovunque si mostrano, e considerare la tendenza ad un'unica determinatezza come un ideale, che compiamo, quanto più è possibile, nel nostro pensiero.

Io tratto le proposizioni, che già esposi per iscritto nel tempo della mia maggior attività intellettuale (1871) particolarmente nella loro forma, naturalmente non come inoppugnabili, nè considero petulanti le obiezioni del Petzoldt, ma spero, se ritornerò più largamente su tale argomento, che qui posso soltanto accennare in breve senza togliere nulla d'essenziale alla mia idea, di raggiungere il pieno accordo.

CAPITOLO XV.

SULL'ADOZIONE DELLE IDEE ESPOSTE IN QUESTO LIBRO

§ 1.

Quando apparve la prima edizione di questo lavoro, i giudizi ne furono molto diversi. Nel maggior numero dei casi ne furono accettate le particolarità, mentre non furono approvate le idee fondamentali, dalle quali quelle dipendevano. Del resto, anche nel respingere tali idee la critica pubblica (1), per quanto io so, fu moderata, e, nella sua schiettezza, a me fu di grande utilità.

---

(1) Che i giudizi privati fossero anche parimenti moderati, io anche allora non l'avrei creduto, se non l'avessi potuto constatare per qualche piccola indiscrezione. Il giudizio, più che sprezzevole, di un collega tedesco mi fu comunicato indirettamente e comicamente — noi parlavamo per caso degli antipodi — con manifesta intenzione di offendermi. Ma mancò allo scopo. Sarebbe certamente in-

Io non posso disconoscere il benefico influsso che sui giudizi intorno al mio lavoro hanno esercitato le recenti pubblicazioni di R. Avenarius. Però devesi considerare che un filosofo, vero e proprio, in una dimostrazione generale e sistematica ha preso a fondamento un concetto, che in un naturalista si sarebbe stati propensi a considerare come un semplice errore da dilettante. Anche gli scolari di Avenarius, più giovani ricercatori, i quali si sono accostati a me seguendo vie speciali, oggi mi sono di molto aiuto. Tuttavia i critici, fatte poche eccezioni, ed anche quelli che rettamente hanno riportato e sicuramente hanno capito i miei concetti fondamentali, non poterono liberarsi dal muovere difficoltà contro di loro. Nè fa punto meraviglia. Molte e gravi esigenze si richieggono dalla plasticità del mio lettore. Accettare logicamente un pensiero ed accettarlo con simpatia, sono due cose diverse. Può cominciare da prima la funzione ordinativa e semplificante della logica, se la vita psichica ha già raggiunto un alto sviluppo, ed ha dimostrato un ricco pregio degli acquisti istintivi. Ma a stento si può giungere ora col mezzo della logica a porre tali acquisizioni istintive precedenti ai processi logici. Si tratta piuttosto di processo psi-

giusto che io, trascurando il giusto, non volessi consentire ad altri ciò che a me pare senza utilità e ciò di cui io stesso mi servo. Io però non ho mai provato il bisogno di insultare coloro che non la pensano come me.

cologico di formazione, il quale, come in me stesso ho provato, difficilmente riesce a bastare nella nostra giovinezza. Certo sarebbe indiscrezione far conto anche qui del consentimento generale. Io piuttosto mi contento sovratutto che mi si lasci soltanto parlare e mi si voglia ascoltare senza prevenzioni. Io voglio ora, seguendo l'impressione ricevuta dai critici, ancor una volta discutere e dichiarare quei punti che hanno trovato tanta opposizione ad essere accettati. Trattando qui delle obiezioni fattemi, non come petulanti e personali, ma come *tipiche*, non faccio nomi.

§ 2.

Se noi osserviamo naturalmente, senza punto sforzarci, vediamo che la terra sta ferma e che il sole e le costellazioni si muovono. Tale concezione per gli scopi *pratici* comuni non solo è sufficiente, ma è anche la più semplice e vantaggiosa. L'idea opposta invece è riconosciuta come confacente per un determinato scopo *intellettuale*. Sebbene ambedue siano ugualmente *esatte* e adatte al loro scopo nel loro campo, la seconda ha potuto farsi valere soltanto dopo grave lotta contro una forza contraria della scienza, che in tal caso era collegata con l'istintiva concezione dell'uomo comune. L'esigenza di considerarsi osservatore del sole, come quello che sta fermo invece della terra, è ora una piccolezza di fronte

all'esigenza di considerare per nulla il nostro *Io* per risolverlo in una passeggiera connessione di elementi mutabili. Quest'ultima concezione già da lungo tempo sotto varî aspetti vien preparata (1). Noi vediamo cotali unità, che chiamiamo *Io*, sorgere per la procreazione, sparire per la morte. Se noi non vogliamo ammettere la fizione, oggi strana, che queste unità già prima esistano latenti, e poscia successivamente si presentino, possiamo ammettere soltanto che esse siano unità temporanee.

La psicologia e la psico-patologia ci dimostrano che l'*Io* può crescere, arricchirsi, impoverire, diminuire, rendersi estraneo, dividersi, ed in breve tempo, durante la vita, mutarsi. Ciò non ostante l'*Io* per la mia concezione istintiva è sempre il fatto più importante ed il più persistente. Ess'è ciò che collega tutti i miei fenomeni, è la fonte di ogni mia attività. Così anche un corpo rigido, secondo la rozza concezione istintiva, è un qualche cosa molto persistente. Se esso si divide, si risolve, si combina chimicamente con altri elementi, aumenta e diminuisce la quantità di queste persistenze. Se però noi ammettiamo, per fermare ad ogni costo ciò che

(1) A tal proposito già da secoli si presenta il buddismo specialmente nel rispetto pratico. Cfr. P. CARUS, *The Gospel of Buddha*, Chicago, 1894. Cfr. il meraviglioso racconto di P. CARUS, *Karma, A. Story of Early Buddhism*, Chicago, 1894.

v'ha di buono in tale concetto, latenti persistenze, ci rifugiamo nell'atomistica. Che se noi possiamo spesso di nuovo restituire il corpo scomparso o mutato, ciò dipende da un qualche cosa che ha miglior fondamento che non nel caso sopra citato.

Praticamente non possiamo far a meno della rappresentazione dell'*Io*, come non possiamo far a meno di quella de' corpi. Fisiologicamente siamo egoisti, finchè vedremo sorgere il sole. Ma nel rispetto teoretico non si può fermare tale concezione. Mutiamola sperimentalmente! Se si farà un tale esame, esso apporterà alla fine anche frutti pratici.

§ 3.

Chi non può fare astrazione dall'*Io* come da una realtà, che sta a fondamento di tutto, non potrà far a meno di ammettere una fondamentale differenza fra le sensazioni sue e di quelle d'un altro. Così, a chi crede all'assoluta persistenza del corpo, tutte le peculiarità appariscono come un trasmissore a quello appartenente. Ma se si vede fondere un pezzo di sodio ed evaporare, divenendo un fatto per nulla simile al precedente, se il sodio è diviso in varie parti e combinato chimicamente in varî modi, sì che ne risultino corpi in maggior o minor numero di quelli di prima, il modo abituale e comune di pensare non regge più se non nel rispetto forzato ed estrinseco.

Gli è pertanto utile considerare le stesse speciali proprietà come attinenti ora a questo, ora a quel complesso (corpo) e porre, in luogo dei corpi non persistenti, la legge persistente, la quale sopravvive al mutare delle proprietà e alle loro combinazioni. Nè è senza gravezza l'esigenza di ammettere questa nuova abitudine di pensare.

Gli antichi ricercatori si sarebbero opposti se alcuno avesse loro detto: « La terra, l'acqua, l'aria non sono corpi persistenti, ma il persistente è formato dagli odierni elementi chimici che vi stanno inchiusi, de' quali molti non sono visibili, altri molto difficilmente isolabili o verificabili. Il fuoco non è un corpo, ma un processo, ecc. ». Così il grande mutamento, che si richiede battendo questa via, a stento possiamo giustamente valutare. Nella chimica odierna ancor si prepara il progresso di questo cambiamento, e il metodo stesso dell'astrazione conduce nel suo corso ai punti capitali, fermati in questo lavoro. Nè ora considero il rosso od il giallo come attinenti ad un corpo individuale, nè faccio gran conto del concetto, che qui accetto per orientarci in generale, un'essenziale differenza fra le sensazioni mie e quelle d'un altro. Gli stessi elementi si connettono in molti punti di collegamento, l'*Io*. Ma questi punti di collegamento non sono nulla di persistente. Essi sussistono, trapassano, si modificano continuamente. Ma ciò che non è congiunto al momento, non è notevolmente influenzato. La mia idea

non fa per ciò punto impressione se si possa o no raggiungere, di trapassare in me di stranie sensazioni per un collegamento nervoso. I fatti più noti sono sufficiente base per questa idea.

§ 4.

Forse a molti lettori è riuscito ostico, più che i concetti fondamentali, il carattere generale della mia concezione del mondo, che essi credevano di riconoscere facilmente erronea. Debbo quindi sovra tutto dire, che essa è ben lungi dal trovar grazia nelle mie idee, con le quali essi l'identificano, non ostante le ripetute proteste da parte mia e di altri, con l'idea berkeleyana. Ed è già qualche cosa che la mia idea derivi da una fase idealistica, che lascia travedere traccie ancor nell'espressione e che non possono essere del tutto estinte. Quindi la via indicata dal mio principio mi pare sia la più breve e la più naturale. Vi si connette altresì che il mio lettore talvolta si fa ombra del panpsichismo. Nella scabrosa lotta di un'unica idea del mondo contro l'istintivo pregiudizio dualistico taluno cade nel panpsichismo. Già nella mia giovinezza m'ero formati tali ghiribizzi, ed Avenarius vi lavorava attorno in un suo scritto del 1876. Ed io mi compiaccio di molto riguardo ad ambedue questi punti, che Avenarius abbia esplicata la stessa relazione fra il fenomeno fisico e quello psichico su fondamento affatto realistico, o, se si

vuole, materialistico, così che posso rimandare semplicemente ai suoi lavori.

§ 5.

Il mio mondo di elementi (sensazioni) pare, non solo ai naturalisti, ma anche ai veri e propri filosofi, leggiero. Si indica come una spregievole concezione la mia, di considerare la materia come un simbolo del pensiero per un complesso relativamente stabile di elementi sensoriali. Se il mondo esterno non è sufficientemente caratterizzato come una somma di sensazioni, si dovrebbero introdurre nelle sensazioni attive almeno ancora la possibilità di sensazione del Mill. Però debbo osservare che anche per me il mondo non è una semplice somma di sensazioni. Piuttosto io parlerei espressamente di relazioni funzionali di elementi. Con ciò non solo riescono inutili le « possibilità » del Mill, ma sono supplite con qualche cosa di più solido, il concetto matematico di funzione. Se avessi previsto che una breve e precisa espressione così facilmente sarebbe stata esaminata, e che una dimostrazione largamente popolare avrebbe portato maggior vantaggio, mi sarebbe bastata una dimostrazione, come la dà ad un dipresso Cornelius (1), pre-

(1) H. Cornelius, *Psychologie als Erfahrungswissenschaft*, pag. 99 e specialmente 110, 111, Leipzig, 1897.

feribilmente « sul concetto dell'esistenza obbiettiva ». Certamente anche qui avrei evitata l'espressione di possibilità e invece avrei usato il concetto di funzione.

D'altra parte si può osservare, che la mia posizione da una preponderante sensorialità ed intelligenza corrispondentemente ristretta sia da intendere per il valore dell'astrazione e della speculazione del pensiero. Ora, il naturalista non molto può ottenere senza una forte sensorialità. Ma essa non gli impedisce di formare chiari e profondi concetti. Al contrario, anzi! I concetti della fisica odierna si possono misurare in precisione e forza dell'astrazione con quelli d'ogni altra scienza, ma hanno ad un tempo il vantaggio che si possono seguire sempre con facilità e sicurezza fino agli elementi sensoriali, su' quali si fondano. L'abisso, che divide la rappresentazione intuitiva ed il pensiero speculativo, non è così profondo per il naturalista, nè insormontabile. Quindi io potrei osservare, che per nulla io spregio i concetti fisici, ma già da quattro decenni mi sono impratichito della loro critica in più modi e più profondamente che per l'addietro. E se i risultati di tale mio lavoro hanno trovato assenso, dopo lunga lotta, presso i fisici, esso non dovrebbe essere, almeno, frivolo. Ma se il fisico, che sin da principio era abituato ad aver, per così dire, in mano ad ogni definizione un equivalente peso, un po' alla volta va cedendo e se ne compiace, dinanzi alle definizioni, che tras-

corrono tutte ad una relazione funzionale di elementi sensoriali, anche il filosofo non vuol essere ancor un fisico. I relativi accenni particolari non possono, naturalmente, trovare posto in questo schizzo, che vuol essere soltanto un programma per il collegamento delle scienze esatte fra loro, ma solo nell'opere fisiche dell'autore.

§ 6.

A taluni pare che il mondo secondo la mia concezione altro non sia che un caos, una trama inestricabile di elementi. Essi mancano dei fili conduttori principali. Ma ciò dipende da questo, che essi sconoscono il còmpito del mio lavoro. Tutti quanti i punti di vista pregievoli delle scienze speciali e della trattazione filosofica del mondo si possono sempre usare largamente, e da me stesso in fatto furono usati. La tendenza, apparentemente distruttiva, è rivolta soltanto contro ciò che è inutile e talora erroneo ne' nostri concetti. Così io spero d'aver ricondotto alla sua essenza il contrasto fra fenomeno psichico e fisico, fra subbiettività ed obbiettività e, ad un tempo, d'aver rimossa ogni concezione tradizionale, superstiziosa. Quindi punti di vista, scientificamente provati, non sono alterati e, ad un tempo, si presenteranno come nuovi. Io non voglio sostituire l'elegiaco ed il pietosamente lamentevole *ignorabimus*, rimovendo vanitosamente ed ostinatamente il pregio della scienza

e ciò che in essa si può riconoscere. Rinunciando a rispondere quando ci troviamo di fronte a questioni riconosciute senza senso, non v'ha affatto una rassegnazione, ma lo speciale e ragionevole comportarsi del ricercatore contro la massa di ciò che si può realmente indagare. Niun fisico oggidì, se più non ricerca il *perpetuum mobile*, niun matematico, se più non crede alla quadratura del circolo od alla risoluzione delle equazioni di quinto grado in forma algebrica, vuol vedere in ciò una rassegnazione. Così anche nelle questioni filosofiche generali. I problemi o sono risolti o considerati insussistenti.

Dove sta l'errore o l'imperfezione nelle idee filosofiche del Mach? Molto benigna trovo questa domanda di un mio critico. Certamente, io sono convinto che le mie opinioni sono difettose sotto più d'un riguardo; e difficilmente potrebbe essere altrimenti in un così radicale mutamento d'opinioni. Giammai anche in un sol cervello esse s'aggirano già perfette. Perciò questi difetti io posso ben presentirli, ma non indicarli. Sarei andato un buon tratto più avanti allora! Ma nemmeno dagli scritti de' miei critici ho potuto chiaramente comprendere quali essi siano questi difetti. Aspettiamo adunque ancora un po'!

Certamente, che alle mie idee si siano opposti argomenti che nel mio libro sono discussi punto per punto, io non posso rimproverare ad alcuno. E' deve essere un vero tormento dover leggere la massa di

una pubblicazione e giudicarla con competente superiorità in un tempo strettamente misurato. Giammai ho sentito reale inclinazione ad un tale piacere, ed in quarant'anni sono giunto a scrivere stentatamente tre recensioni. Sia concesso pure a certi signori di aver faticata la loro penna, se anche in parte a costo mio.

§ 7.

Se mai io sia arrivato a far accettare dai filosofi i miei pensieri fondamentali, non posso giudicare io. Con tutto il rispetto per i colossali lavori d'ingegno de' grandi filosofi di tutti i tempi, ben poco ciò mi interessa in realtà. Sinceramente e vivamente io desidero invece l'accordo coi naturalisti, e questo reputo possibile. A loro potrei soltanto far notare, che la mia concezione lascia da parte tutte le questioni metafisiche, senza badare se esse sono considerate come insolubili soltanto per il presente e sovratutto e per sempre come senza senso. Infine potrei far considerare loro che tutto ciò che noi possiamo sapere del mondo, si esplica necessariamente nelle sensazioni, le quali affatto chiaramente si possono liberare dagli influssi individuali degli osservatori (pag. 398 sg). Tutto ciò che noi desideriamo di sapere è dato dalla soluzione di un problema di forma matematica, dall'intervento delle dipendenze funzionali degli elementi sensoriali fra loro. Con tale co-

noscenza è ottenuta la conoscenza della « realtà ». I punti d'unione fra la fisica nel più largo senso e la psicologia scientifico-naturale presentano gli stessi elementi, che sono obbietti fisici e psichici, secondo il punto di vista della ricerca.

§ 8.

Certuni, ed invero molti fisiologi, hanno trovato difficoltà a convenire con le mie opinioni per una questione secondaria, sulla quale voglio dire qualche altra parola. Io pregio altamente ricerche come quelle di S. Exner (1) e credo che molte importanti questioni relative ai fenomeni psichici si possano risolvere soltanto ricercando i collegamenti nervosi degli organi centrali (2) ed osservando le graduazioni (3) quantitative degli eccitamenti. Il libro stesso dell'Exner ne dà una certa prova. Ma per me rimane sempre insoluto il problema capitale. Ma, secondo il mio principio fondamentale, non posso pensare, nè lo potei quarant'anni fa, come se ne possa venire a capo con la qualitativa varietà delle sensazioni per mezzo della variazione delle connessioni e le semplici diversità quantitative. La psico-fisica del Fechner,

---

(1) Exner, *Entwurf zu einer physiologischen Erklärung der psychischen Erscheinungen,* Wien, 1864.

(2) Idem, op. cit., pag. IV.

(3) Idem, op. cit., pag. 3.

che ha esercitato tanta influenza, anche me allora eccitò e fortemente. Entusiasta per tale libro, io tenni su questo argomento delle letture, di certo imperfette, che perdettero in valore per ciò, che riconoscevo già come errato il pensiero del Fechner sulla formula di misura. In tale occasione, dopo d'aver esplicata la teoria del Helmholtz del filo elettrico delle sensazioni, dissi: « Ma dovrebbero essere semplici i processi elettrici nei nervi per dare una spiegazione (delle varie qualità delle sensazioni)? Ma è necessario ricercare la spiegazione in un campo sconosciuto? E che mai, se, nella ricerca di tutto il cervello, trovassimo soltanto correnti elettriche? Il mio modesto parere è questo: le ricerche elettriche sui nervi sono certamente di genere molto delicato e fino, ma, sotto un aspetto determinato, anche molto grossolane. Una corrente elettrica di una data intensità per nulla ci basta per asserire che una determinata quantità di forza viva nell'unità di tempo possa passare per una sezione trasversale della corrente. Quali siano i fenomeni ed i movimenti molecolari che seguono quella forza viva, noi non lo sappiamo. I più varî processi si potrebbero porre a fondamento della medesima intensità della corrente » (1).

---

(1) Mach, *Letture sulla psico-fisica* (*Vorlesungen über Psychophysik*), nella *Ztschr. f. prakt. Heilkunde,* pp. 335 e 336, Wien, 1863.

Questi pensieri fino ad oggi non me li sono potuto spiegare, e li debbo fondare ancora sull'idea d'una medesima corrente in diversi elettroliti (1). I progressi della chimica fisiologica (2), le esperienze sulla esportazione di vari organi mi pare che oggi ancor più decisamente militino in favore di una tale idea (3).

---

(1) Cfr. la prefazione all'edizione inglese di questo libro, pagg. v, vi, Chicago, 1897.

(2) HUPPERT, *Ueber die Erhaltung der Arteigenschaften*, Prag, 1896.

(3) RIBBERT, *Ueber Transplantation von Ovarium, Hoden und Mamma*, nell'*Archiv fur Entwicklungsmechanik*, vol. VII, 1898.

INDICE DELLE MATERIE
PER ORDINE ALFABETICO (*)

Abbagliamento(imagine di), pag. 199
Accomodamento, 263 sgg.
Adattamento, 38, 101 sg.
- e associazione, 121 sg.
- dei colori (*v. qu.*)
- dei pensieri (*v. qu.*)
Anacronismo, delle percezioni, 289-293
- del sogno, 293
Analogie, fra lo spazio visivo ed auditivo, 322-325, 327-330
- fra lo spazio visivo ed il tattile, 166 *n*, 167 *n*, 207-223
Animismo, 118 sg.
Apoplessia, 201 sg.
Apparecchio motore:
- sua asimmetria (*v. qu.*)
- e lo spazio (*v. qu.*)
Apparenza e realtà, 12-13
Armonia, 336 345
- sue illusorie spiegazioni (*v. qu.*)
Arte, primitiva, 142
Asimmetria dell' apparecchio motore, 134-138
Associazione:
- e adattamento (*v. qu.*
- nell'estetica, 306
- insufficiente, 275-278, 295, 299
- leggi dell'a., 272, 276
- processi organici dell'a., 199
Assoluta, misura (*v. qu*).
- persistenza (*v. qu.*)
Astrazione, 370-378
Atomi, 37 *n*, 359
Attenzione, 204-210
- e tempo, 289-290

Battimenti, 314-318

(*) I numeri si riferiscono alle pagine: la lettera *n* aggiunta ai numeri delle pagine r manda alle note a pie' di pagina. I rimandi da un vocabolo all'altro sono segnati con la sigla *v. qu.* (vedi questo).

Biologia, 103 sg.
- còmpito biologico della scienza, 44
- e fisica, 1, 103 sg., 122
Bulbo (rischiarimento del), 243

Cannibali, 49
Capo (movimento degli occhi e del), 161-166
Caso; non è principio d'azione, 98
Causa, 105, 118
- imperfezione del concetto di c., 110-114
Causalità, 103 sg., 387
- psichica, 195
Centrale, organo (*v. qu.*)
Chiarore:
- contrasto del ch., 249 e seg.
- e profondità, 240-244
- media del ch., 249-253
Chimiche condizioni di vita, 134
- teoria ch. della luce (*v. qu.*)
Ciclostato, 182-187
Ciechi (sensazioni di spazio nei), 143, 165-168, 215
Cinestetiche, sensazioni (*v. qu.*)
Colori:
- adattamento dei c., 117
- sensazione di c., 124
- sviluppo della s. di c., 124 *n.*
- teoria dei c., 80-86
Combinazione (toni di), 313, 352
Complesso, 6
Concetto, 370-378
- c. di funzione (*v. qu.*)
- metamorfosi del c., 104
Concezione:
- duplice c. dei fisiologi, 51-52
- c. del mondo (*v. qu.*)
Connessione immediata, 107 e 108
- mediata, 107-108
- questioni fisiche e fisiologiche sulla c., 1, 122, 392 sg.
Conoscenza, 231-234
- intuitiva, 368
- della realtà (*v. qu.*)
Consonanza, 308 sg., 316 e seguenti
Consumo organico, 289 sg., 296
- ed il tempo, 289, 296
Continuità dell'*Io* (*v. qu.*)
- principio di c., 71, 114, 368, 378
Contrasto, del chiarore (*v. qu.*)
- musicale, 335, 343
- della direzione, 261
Corpo *(Leib)*, 10-12
Corpo, 2, 16, 240, 413 sg.
- appar. liquido, 270
- appar. rigido, 267-270
Curvatura, 133

Deformazione, 157
Descrizione, 388
- negli elementi, 390
Destra, e sinistra, 134-138, 391
Determinazione, sufficiente, 72 sg.
- unica (*v.* unicità)
Differenziali (equazioni), 390
Differenziazione sufficiente, 368, 378
Dinamico, equilibrio (*v.qu.*)
Distanza:
- e chiarore, 240-244
- sensazione di d. o profondità (*v. qu.*)
- media della sensazione di d., 248
Dogma (influenza del), 50

Economia (principio di), 246 e seg.
Elevazione (della curva), 133
Elementi, 6, 9, 29, 414
- descrizioni negli elementi (*v.* descrizione)
- dello stesso genere, 26
- relazioni funzionali degli e., 42 sg., 55, 416
- psichici e fisici, 21
Embriologia, sperimentale, 117
Energia, 395
- conservazione dell'e., 66
- specifica, 150
- nelle sensaz. di suono ve n'ha almeno due, 321-322
Equazioni, differenziali (*v. qu.*)
Equilibrio dinamico, 120
Estetica, 143 sg.
Eterodromi, processi (*v.qu.*)

Facoltà generative, 97
Fantasmi (o imagini), 233-240
- e associazione, 233
- indipendenti dal volere, 239
- intensità dei f., 236-238
- misura dei f., 237 sg.
Fatto in sè, 7
Fisica e biologia (*v. qu.*)
- e psicologia si completano, 393
- relazione della f. con la psicologia, 18, 19, 51-52, 208 sg.
Fonografo, 274
Funzione (concetto di), 110-117
Funzionali, relazioni degli elementi (*v. qu.*)
- sensazioni nel cervello (*v.* Sensazione)
Fusione, 318 sg.
Futuro (azione lontana del), 116

Gamberi, 187
Generative, facoltà (*v. qu.*)
Genio, 355

Giudizio, 365 sg.

Ideale etico, 30-31
Identici, punti della retina (*v.* retina)
Illusione, 11 *n*
Illusoria, contraddizione fra fatti psichici e fisici, 54
- spiegazione i. dell'armonia (*v.* Spiegazione)
Imagini complementari e posit., 291
- imitative evidenti, 362 e seg.
- localizzazione delle i., 160
Immortalità delle cellule, 29
- dell'individuo, 30
Impersonalità, 29
Inconscio, 96
Inconvertibilità, 296, 407
Innervazione, 158, 201
- antagonistica i. nelle sensaz. di movimento, 189 sg.
Intelletto, 225 sg.
- negli animali, 227 sg.
Intervallo, 332
- sensazione di i., 332 sg.
Introiezione, 62, 68
Introspettiva, psicologia (*v. qu.*)
Intuitiva, conoscenza (*v. qu.*)
Inversione, 258 270
- orientamento dell'i., 258
Io, 3, 14, 22, 24, 27, 412
- (continuità dell'i.), 4, 29
- come complesso non analizzato, 31
- sua estensione variabile, 15
- sua instabilità, 30
- come unità pratica, 27, 34, 412 sg.
Istinto, 106 sg.
- (o impulso), 97, 276

Laringe, 325
Lavoro, 370
Linguaggio, 306, 325 sg.
Lontano, vicino, 139
Luce (teoria chimica della), 226
- media della sensazione della luce, 249-253

Materia, 359, 382
- sensazione di m., 280 sg.
- sens. della m. inorganica, 281
Media del chiarore, della sensaz. di spazio, della sensaz. di distanza, ecc. (*v. qu.*)
Memoria, 272
- dei sensi (*v. qu.*)
- in più largo senso, 90 sg.
- sua spiegazione fisica, 272-276
Metafisica, 42, 420
Metodo:
- imperfezione dei metodi fisici, 1 sg.

Millepiedi, 216
Misura, assoluta, 396 sg.
Momento meccanico, 370
Mondo:
- semplice concezione del mondo, 29 sg., 45
- obbiettivo, 40, 45, 399 e seg.
- separazione fra l'*io* ed il mondo, 15 sg.
Monismo, 17, 360
Morte, 5 sg.
Movimento:
- degli occhi (*v. qu.*)
- degli occhi e del capo (*v. qu.*)
- degli occhi e volere, 157-159
- riflesso, 196
- del sangue (*v. qu.*)
- sensazione di mov. (*v.* Sensazione)
- e volere, 216-217
Muscoli, degli occhi (*v. qu.*)
Musica, 304 sgg., 325, 354
- sviluppo della musica, 354 sgg.

Necessità, 386
Nistagmo, 161-163
Nucleo (la superficie), 153

Occhi (movimenti degli), 192 sg.. 201 sg.
- muscoli degli o., 193
- processi problematici negli o., 266 sg.
- vertigini degli o., 169
Omodromi, processi (*v. qu.*)
Orecchio(padigl.dell'o.),307
Organismi elementari, 121
Organo centrale, 277 sgg.
Orientamento, dell' inversione (*v. qu.*)

Panpsichismo, 280 sg., 416
Parallattico, spostamento, 165
Parallelismo (principio del), 75
Passero, 93 sg.
Pensieri (persistenza dei), 379-380, 395
- adattamento dei p., 364, 369, 378
Persistenza assoluta, 379 e seg., 382 sg.
- del collegamento, 358 e seg.
- dei pensieri (*v. qu.*)
- relativa, 3
Percezione(*v.*Anacronismo)
Pittura italiana, 269
- pompeiana, 269
Possibilità, 416
Pregiudizi dell'ottica fisiologica, 149 sg., 263 sg.
Principî fondamentali delle ricerche, 75 sg.
Problema, 369
- apparente (illusorio), 10, 35, 418 sg.
Processi eterodromi, 86 *n*
- omodromi, 86 *n*

- problematici negli occhi (*v. qu.*)
Profondità (*v.* Distanza)
- media della sensazione di p., 248
- *minimum* della deviazione, 247-249, 259
- monoculare, 253-257
- sensazione di p., 151 sg.
Proiezione (teoria della), 48, 151 sg.
Prospettiva, 245
- p. del tempo (*v. qu.*)
Pseudoscopia, 260 sg.
Psicologia introspett., 393 *n*
- psic. e fisica (*v. qu.*)
Pulcino, 154
Punto cieco, 49
- punti identici sulla retina (*v. qu.*)

Qualità e quantità, 398 sg.
Quantitativo, regolatore, 364, 396

Rappresentazione, 229-233, 238
Realtà ed apparenza (*v. qu.*)
Realtà (conoscenza della), 420 sg.
Reazione (attività di r. e concetto di), 372-376
- esterna, 392
- interna, 391
Regolarità, 141
Retina (punti identici sulla), 150
Riflesso, movimento (*v. qu.*)
Riproduzione (successione di tempo nella), (*v.* Successione)
Risonanza (teoria fisica d.), 347-359
- teoria fisiologica della risonanza, 350-353
Rotazione negli animali inferiori, 190
Rumore, 309 sgg.

Sangue (movimento del), 107
- corrente del sangue ed il tempo, 297 sg.
Schematismo, 251
Scienza: suo còmpito biologico, 44
Scopo, 105, 118
Scrittura, 141 sg.
Sensazione, in sè, 1, 14, 26, 413 sgg.
- concezione unilaterale della s., 26
- definizione della s., 19
- estensione della s., 280
- cinestetiche, 198
- funzionali del cervello, 32
- di colore (*v. qu.*)
- sviluppo della s. di colore, 124 *n*
- d'intervallo (*v. qu.*)
- di materia (*v. qu.*)
- della m. inorg. (*v.* Materia)

- media di chiarore (*v. qu.*), di luce (*v. qu.*), di spazio (*v. qu.*)
- di movimento, 172-191
- di movim. otticamente eccitate, 174 sg.
- di movim. e antagonistiche innervazioni (*v. qu.*)
- di movim., inesauribili, 218
- di movim. e loro relazione con la geometria, 219
- questioni indecise sulle s. di movim., 172-173
- di profondità (*v. qu.*)
- di suono (*v. qu.*)
- visive, 225

Sensi, come fisici apparecchi, 89
- memoria dei s., 235
- vita speciale dei s., 89, 240, 266

Sentimento, 25
- grado del s. ed il tempo, 301-302

Separazione fra fenom. fisici e psichici, 19 sg., 52
- fra l'*Io* ed il mondo (*v. qu.*)

Simmetria (specie di), 129 e seg.
- fisica, 392
- fisiologica, 130 sg., 140-145
- geometrica, 222 sg.

Sinistra e destra (*v. qu.*)

Sogno, 13, 292 sg.
- anacronismo del s. (*v.* Anacronismo)
- il tempo nel s., 293

Solipsismo, 42, 45

Somiglianza, astratta, 88
- geometrica, 131 sg.
- ottica, 131
- del ritmo, 300
- delle imagini di suono, 330-334
- od uguaglianza parz., 87-90

Sopra e sotto, 138

Sordo-muti, 182

Sostanza (concezione da bambino d.), 61, 385 *n*
- (persistenza del collegamento), 379, 382
- viva, 62

Sostanzialità spaz., 219, 220

Sotto e sopra (*v. qu.*)

Spazio:
- analogie tattili e visive, visive e di suono (*v.* Analogie)
- nei ciechi (*v. qu.*)
- dipendenza funzionale, 403
- fisico, 223, 392, 404
- fisso, 164 sg.
- geometrico, 132, 145 e seg., 192, 218-223, 400
- media della sensazione dello spazio, 248
- e apparecch. motore, 134

- sensibile, 137
- sensazione spaziale del tatto (*v. qu.*)
- teleologico, 207-223
- e tempo (*v. qu.*)
- sensazioni spaziali della vista (*v. qu.*)

Spettri (paura degli), 94
Spiegazione, 387-388
- illusoria dell' armonia, 336

Spostamento parallattico, 165
Successione (di tempo nella riproduzione), 284-285
Suono, 308
- sensazione di s., 303-356

Superficie, nucleo (*v. qu.*)
Superuomo, 30

Talento, 355-356
Tatto (spazio del), 137, 165-168, 214
Teleologia, 99, 103 sg.
- provvisoria, 107 sg.

Tempo e attenzione (*v. qu.*)
- e consumo organ. (*v. qu.*)
- fisico, 404 408
- fisiologico, 283-302
- prospettiva del t., 299
- t. e corrente del sangue (*v. qu.*)
- t. e grado del sentimento (*v. qu.*)
- t. nel sogno (*v. qu.*)
- t. e spazio sono inseparabili, 403
- successione di t. nelle riproduzioni (*v.* Successione)

Terremoto, 363 sgg.
Tono, acuto, 306
- di combinazione, 313, 352
- indicatore della direzione, 307
- sensazione di tono (*v.* Suono)
- serie di t., 319-320

Trasformazioni, individuali, 99
- garantite dalla memoria, 99, 271 sg.

Triclino (mezzo), 208, 392
Tropismo, 106

Uccelli (nelle isole), 95
Udito (teoria filogenetica dell'), 338 sg.
- teoria fisica, 311-314, 347-350
- teoria fisiologica, 309 e seg., 350-352

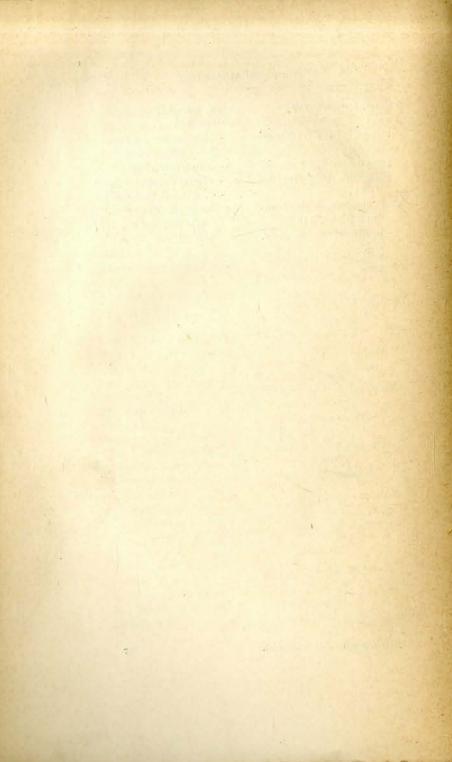
Unicità di determinazione, 408
- di senso, 408

Unità pratica, 27-28
- psichica, 32, 34

Uso, 97

Vedere diretto, 48, 151 sg.
- direzione del v., 152

Verosimiglianza, 98
Vertigini degli occhi (*v. qu.*)

Vicino, lontano, 139
Vista:
sensaz. visive (*v.* Sensazione)
campo visivo, 21 sg.
sensaz. spaziali della vista, 123-170, 214
Vita (concezione da bambino della), 118
- particolare dei sensi (*v. qu.*)
Viva, sostanza (*v. qu.*)
Volere, 195 sg.
- (concezione da bambino del), 118 *n*
- definizione, 121
- v. e movimento (*v. qu.*)
- v. e movimento degli occhi (*v.* Movimento)
- semplicità del v., 169, 170, 217.

INDICE DEI NOMI

(La lettera *n*, aggiunta al numero della pagina, rimanda alle note)

Abraham, 311 *n*
Ach (N.), 187 *n*
Allen (Grant), 124 *n*
Aristotele, 105, 108
Aubert, 83
Auerbach, 311 *n*
Autenrieth, 166
Avenarius, 33 *n*, 34 *n*, 37 *n*, 57-65, 68, 69, 302, 401, 415

Bain, 198
Benndorf, 125 *n*
Beer (Th.), 228, 266
Berg, 304
Berkeley, 58, 166 *n*, 415
Bernoulli (J.), 146
Bethe, 227, 228
Breuer, 161, 162, 169, 171, 172, 181, 187
Brewster, 80, 199 *n*
Bridgmann (L.), 373
Brown (Crum), 163, 176, 181
Brücke, 151, 311 *n*
Brühl, 311 *n*
Buttel-Reepen, 227

Carus (P.), 412 *n*
Cornelius (H.), 416
Cornelius (P.), 332
Cossmann, 111 *n*

D'Alembert, 316 *n*
Darwin, 61, 89, 90, 93, 95, 101, 126 *n*, 279, 304
De Manacéïne, 295
Descartes, 144, 150
Diderot, 166 *n*, 167 *n*, 227
Dove, 151
Dubois, 361
Du Prel, 296
Dvöràk, 290 sg., 311 *n*

Emch, 145
Erone, 108
Euclide, 192, 220
Euler, 316 *n*, 335, 337
Ewald, 182, 187, 278, 314, 349
Exner (S.), 177, 264 *n*, 266, 311 *n*

Fechner, 76, 100 *n*, 122 *n*,

243 *n*, 290, 334 *n*, 422
Fischer, 307 *n*
Fourier, 311 *n*
Frauenhofer, 8, 364

Gay-Lussac, 358
Goethe, 1
Goltz, 92, 278
Gomperz (H.), 376 sg.
Govi, 182
Graber, 338 *n*
Grimaldi, 253
Groth, 84
Guldberg, 137
Guye, 181

Haddon, 142 *n*
Haga, 253
Hankel, 146
Harvey, 107
Hauptmann (C.), 59, 77 *n*, 111 *n*
Hauptmann (M.), 3, 16 *n*
Heidenhain, 136
Heller, 167 *n*
Helmholtz, 79, 80 *n*, 143, 155, 198, 220 *n*, 305, 308, 311, 312 *n*, 313 *n*, 314 *n*, 344, 346, 352, 422
Hensen, 339 *n*
Hering, 33 *n*, 37 *n*, 61, 82, 83, 85, 86, 90, 100 *n*, 120 *n*, 121, 122 *n*, 130 *n*, 149 *n*, 153, 154, 170, 191 *n*, 192 sg., 196, 203, 207 *n*, 210
Hermann, 33 *n*, 152 *n*, 283 *n*, 312-315, 350
Heymanns, 77 *n*, 261, 292 *n*
Hillebrand, 154 *n*, 255 *n*
Hirth, 120 *n*
Höfler, 67 *n*, 261
Holtz, 118 *n*, 160
Huppert, 423 *n*

James, 25, 158 *n*, 176, 181, 197, 201, 204, 207 *n*, 298, 357 *n*
Jerusalem, 366 *n*, 373
Jones (Owen), 141

Kant, 36 *n*, 223, 376
Keplero, 106, 386, 389
Kessel, 326 *n*
King, 199 *n*
Kirchhoff, 60
Kolrausch, 311 *n*
König, 312 *n*, 313
Kornfeld, 298 *n*
Krause, 23 *n*, 125 *n*
Kreidl, 162, 187
Kries (V.), 77 *n*, 87 *n*, 377
Kulke, 332
Külpe, 77 *n*, 110 *n*

Laplace, 361
Leibnitz, 220 *n*
Leonardo, *v.* Vinci
Lichtenberg, 34, 35
Lipps, 160 *n*, 337 *n*
Lissajous, 268
Locke, 166 *n*, 167 *n*, 367
Loeb, 106, 137, 167 *n*, 187, 227, 255, 261, 278 sg., 286 *n*

Loewy, 166 *n*
Lubbock (Sir. John), 182
Ludwig, 83 *n*

Magnus, 124 *n*, 125
Mariotte, 49, 358
Marty, 125 *n*
Maxwell, 286 *n*
Mayer (A.), 81
Mayer (R.), 395
Meinong, 401 *n*
Meyer (M.), 313 *n*
Meynert, 302
Mill, 114, 388 *n*
Molière, 45, 144
Morgan, 96, 97
Moser, 274
Mosso, 298
Müller (J.), 1, 24, 73, 150, 153, 154, 155, 233 sg.
Münsterberg, 197 sg., 201, 283 *n*, 292

Nagel, 162
Newton, 60, 80, 114, 146, 199, 354, 386, 389 sg.
Nichols, 283 *n*
Nietsche, 30

Obermayer (v.), 254 *n*
Oettingen (v.), 315-319
Ohm, 308
Oppel, 176, 177

Panum, 151, 152, 154, 251, 265
Pauli, 86 *n*, 103 *n*, 137 *n*, 151
Petzoldt, 59, 406, 408
Pfaundler, 311 *n*
Pfeffer, 115
Plateau, 165, 176, 177
Platone, 13
Politzer, 347
Pollak, 187
Polle, 125
Poncelet, 395
Popper, 23, 37 *n*
Poulton, 118
Preyer, 37 *n*
Purkinje, 163, 291

Rameau, 308
Reimarus, 106
Ribbert, 423 *n*
Ribot, 5, 25, 376 sg.
Riehl, 37 *n*, 170
Robert (W.), 294
Rollet, 92

Sachs, 106
Sandford, 292
Saunderson, 167 *n*
Sauveur, 308
Schäffer, 187
Scheffler, 264
Schlodtmann, 155 *n*
Schneider, 96, 97
Schopenhauer, 1, 101 *n*, 304
Schumann, 283 *n*
Schuster, 91
Scripture, 237, 283 *n*
Seebeck, 337
Seeliger, 253 *n*
Smith (A.), 60

Smith (R.), 308
Soret, 142, 143, 144, 149 *n*, 167 *n*
Spencer, 89
Spinoza, 57
Stand (v.), 231
Steiner, 231
Steinhauser, 307 *n*
Stöhr, 263 sg., 366 *n*
Strauss, 94
Stricker, 325-327, 377 *n*
Stumpf, 77 *n*, 154 *n*, 313 *n*, 316, 317, 318 sg., 337 *n*, 340, 345 sg.
Suess, 273

Tolomeo, 150
Tolstoi, 136
Tschermach, 165 *n*
Tylor, 65 *n*, 69

Uexküll, 228

Vergilio, 126 *n*
Vierordt, 177
Vinci (da) Leonardo, 83, 84, 238, 333
Volkmann, 60

Wahle, 37 *n*
Wallaschek, 295 *n*
Wasmann, 228
Weber, 100 *n*, 347
Weismann, 29, 91, 97, 98, 356
Wheatstone, 151
Wiener, 117
Wind, 253 *n*
Witasek, 261 *n*
Withney, 372 *n*
Wlassak, 48, 207 *n*, 301 sg.
Wollaston, 81 *n*
Wundt, 198

Young, 81, 308, 352, 395

Ziegler, 228 *n*, 277 *n*
Zindler, 401 *n*
Zöllner, 260-262.